

Departement für Pferde
der Vetsuisse-Fakultät Universität Zürich
Direktor: Prof. Dr. Anton Fürst

Arbeit unter wissenschaftlicher Betreuung von

Dr. Jan Kümmerle

**Prävalenz degenerativer Veränderungen der straffen Sprunggelenke bei
zweijährigen Warmbluthengsten im Röntgen und Dynamik dieser
Veränderungen innerhalb von fünf bis sechzehn Monaten**

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde der
Vetsuisse-Fakultät Universität Zürich

vorgelegt von

Ines Kretschmer

Tierärztin

von Nordkirchen, Deutschland

genehmigt auf Antrag von

Prof. Dr. Anton Fürst, Referent

Prof. Dr. Patrick R. Kircher, Korreferent

Zürich 2015

Inhaltsverzeichnis

1 Zusammenfassung

1 Abstract

2 Einleitung

3 Literaturübersicht

3.1 Die Anatomie des Sprunggelenks des Pferdes mit Hinblick auf die straffen Gelenke

3.2 Degenerative Gelenkerkrankungen

3.2.1 Definition

3.2.2 Pathologische Veränderungen

3.2.3 Pathogenese

3.3 Spat

3.3.1 Definition und Vorkommen

3.3.2 Ätiologie

3.3.3 Symptome

3.3.4 Diagnose

3.3.5 Therapie

3.3.6 Prognose

3.4 Röntgendiagnostik

3.4.1 Arthrosen im Allgemeinen

3.4.2 Röntgenprojektionen am Tarsus

3.4.3 Radiologie des Tarsus

3.4.3.1 Physiologie

3.4.3.2 Pathologische Befunde

3.5 Radiologische Studien bzgl. degenerativer Veränderungen der kleinen Sprunggelenke beim Pferd

4 Material und Methoden

5 Resultate

5.1 Prävalenz degenerativer Veränderungen in den straffen Sprunggelenken

5.2 Dynamik degenerativer Veränderungen in den straffen Sprunggelenken

6 Diskussion

7 Literaturverzeichnis

8 Anhang

Danksagung

Curriculum vitae

Glossar

[95% C.I.]	95% Konfidenzintervall
Abb.	Abbildung
bilat.	bilateral
bzgl.	bezüglich
DIT	distales Intertarsalgelenk
dorsoprox.	dorsoproximal
ggf.	gegebenenfalls
ggr.	geringgradig
hgr	hochgradig
insg.	insgesamt
Lig.	Ligamentum
M.	Musculus
MRT	Magnetresonanztomographie
mgr.	mittelgradig
N.	Nervus
NSAIDs	non-steroidal anti-inflammatory drugs
OA	Osteoarthritis
OC	Osteochondrose
OCD	Osteochondrosis dissecans
Os Mt2	Os metatarsale secundum
Os Mt3	Os metatarsale tertium

Glossar

Os Mt4	Os metatarsale quartum
Os T1/2	Os tarsale primum et secundum
Os T3	Os tarsale tertium
Os T4	Os tarsale quartum
Os TC	Os tarsi centrale
PIT	Proximales Intertarsalgelenk
red.	reduziert
RöLF07	Röntgenleitfaden 2007
sog.	so genannt
TMT	Tarsometatarsalgelenk
u/o	und/oder
unilat.	unilateral
v.a.	vor allem

1 Zusammenfassung

In der vorliegenden Arbeit wurden Röntgenbilder der Sprunggelenke von zweijährigen, klinisch gesunden Warmbluthengsten hinsichtlich degenerativer Veränderungen in den straffen Tarsalgelenken evaluiert.

Im ersten Teil wurde die Prävalenz dieser Veränderungen anhand der Röntgenbilder von 292 Hengsten untersucht. Der zweite Teil umfasste die Evaluierung der Dynamik dieser Veränderungen bei 77 Hengsten über fünf bis sechzehn Monate.

Die Prävalenz genannter Veränderungen lag bei 22,6% der Pferde.

Die Untersuchungen zur Dynamik dieser Veränderungen zeigten eine Progression etlicher Veränderungen, bezüglich „vermindert röntgendichter Bereiche im Os tarsi centrale und/oder Os tarsale tertium“ jedoch eine regressive Dynamik.

Während die insgesamt progressive Dynamik von Ausziehungen am Röhrbein und Osteophyten zu erwarten und in der Literatur beschrieben war, entsprach die regressive Dynamik der vermindert röntgendichten Bereiche nicht den Angaben in der Literatur, in der diese Veränderungen als lytische Areale interpretiert und als fortschreitend im Sinne einer degenerativen Gelenkserkrankung beschrieben wurden. Daher sollten diese radiologischen Befunde bei einer derart jungen und klinisch unauffälligen Pferdepopulation hinsichtlich der röntgenologischen Beurteilung einer degenerativen Gelenkerkrankung vorsichtig beurteilt werden.

1 Abstract

The aim of this study was to investigate the prevalence and progression of degenerative radiographic findings in the small tarsal joints of two-year-old and clinically healthy Warmblood stallions.

Prevalence was assessed by radiographic evaluation of 292 stallions while follow-up radiographs of 77 stallions were used to evaluate changes of relevant findings over five to sixteen months.

Prevalence of such degenerative changes was 22.6%.

There was progression of several radiographic findings over time. However, there was an unexpected regressive development of areas of reduced radiopacity in the small tarsal bones.

In the literature, such areas of reduced radiopacity have been interpreted as lytic regions and as a sign of degenerative joint disease. Therefore, progression of such changes was expected based on the literature. However, results of our study suggest that these radiologic changes in young horses without clinical signs of joint disease should be evaluated cautiously concerning the radiologic diagnosis of degenerative joint disease.

2 Einleitung

Unter dem Begriff Knochenspat versteht man eine degenerative Erkrankung der distalen straffen Sprunggelenke im Sinne einer Arthrose. Die Erkrankung manifestiert sich klinisch am häufigsten bei adulten Sportpferden (ROSS und DYSON 2003). Besonders betroffen sind Pferde, die aufgrund unphysiologischer Gliedmaßenstellung einer stärkeren Belastung der straffen Sprunggelenke ausgesetzt sind und Spring- und Westernpferde, die über das physiologische Maß hinaus belastet werden (STASHAK 2007).

Die ersten röntgenologischen Spatveränderungen sind jedoch bereits beim jungen und klinisch gesunden Sportpferd weit verbreitet. KAHLER (2001) und KIRCHNER (1996) fanden röntgenologische Veränderungen in den straffen Sprunggelenken gehäuft bei zweijährigen, untrainierten Warmblutpferden und auch Spatveränderungen bei jungen, warmblütigen Auktionspferden sind häufig (BACH 2008, LEONHARDT 1996, MERZ 1993). Obwohl traditionell angenommen wird, dass die Veränderungen im dorsomedialen Bereich des Sprunggelenks beginnen, werden nach Erfahrung von ROSS und DYSON (2003) röntgenologische Veränderungen zuerst am dorsolateralen Bereich beobachtet.

Dem Spat des Pferdes kommt eine große Bedeutung zu, da diese Erkrankung eine häufige Ursache für Lahmheiten im Bereich der Hintergliedmaßen darstellt (SCHEBITZ und WILKENS 2008).

Im Rahmen von Ankaufs- und Köruntersuchungen spielt die röntgenologische Untersuchung eine entscheidende Rolle. Sie entscheidet nicht selten über den Kauf des Pferdes oder die Zulassung zur Körung oder zur Auktion. Häufig werden zweijährige Hengste mit Körqualität schon zu Beginn des Jahres röntgenologisch untersucht, um frühzeitig zu entscheiden, ob sich die Körvorbereitung des Pferdes lohnt.

Zur Beurteilung der an dieser Subpopulation von Pferden angefertigten Röntgenbildern ist eine genaue Kenntnis der Prävalenz und Art der radiologischen Veränderungen innerhalb der distalen straffen Sprunggelenke von Bedeutung.

Durch Arbeiten von LEONHARDT (1996) und MERZ (1993) ist bereits bekannt, dass röntgenologische Spatveränderungen bei drei- bis achtjährigen, auf Auktionen präsentierten Warmblütern, mit einer Häufigkeit von 75,5% bis 95,8% vorkommen.

KAHLER (2001) fand bei 9,6% der zweijährig untersuchten Köranwärtern radiologische Veränderungen in den straffen Sprunggelenksabteilungen.

BACH (2010) führte röntgenologische Verlaufsuntersuchungen der drei- bis fünfjährig geröntgten Auktionspferde in einem Zeitraum von einem halben bis sechs Jahren durch und kam zu dem Ergebnis, dass Randexostosen, Osteophyten und osteolytische Veränderungen eine progressive Entwicklung zeigten.

Durch Verlaufsuntersuchungen von HARFST (1986) bei dreijährig initial untersuchten Pferden in einem Intervall von zwei Jahren konnte ein Anstieg der Knochenzubildungen von 13% auf 15% beobachtet werden.

Aufgrund klinischer Erfahrung wird angenommen, dass radiologisch beobachtete degenerative Veränderungen in den straffen Sprunggelenksabteilungen bei jungen Pferden jedoch schon in einem Zeitraum von wenigen Monaten dynamisch sein können (BALTUS 2012).

Ziel der vorliegenden Arbeit war die Untersuchung der Prävalenz degenerativer Veränderungen im Bereich der kleinen Sprunggelenksetagen bei einer homogenen Population junger und untrainierter Pferde, sowie die Untersuchung bezüglich einer etwaigen Dynamik dieser Veränderungen in einem relativ kurzen Zeitfenster, welches im Rahmen der Vorbereitung auf eine Auktion oder Körung von Relevanz ist.

Hierzu wurden Röntgenbilder aus dem Archiv der Tierärztlichen Klinik Domäne Karthaus hinsichtlich degenerativer Veränderungen in den straffen Sprunggelenken evaluiert. Bei der homogen gewählten Gruppe der untersuchten Pferde handelte es sich ausschließlich um zweijährige Warmbluthengste, die untrainiert und klinisch unauffällig waren. Die initialen Röntgenbilder dieser Pferde wurden schon zu Beginn des zweiten Lebensjahres angefertigt. Die Pferde eines Jahrgangs, die radiologisch degenerative Veränderungen in den distalen straffen Sprunggelenksetagen aufwiesen, wurden nach etwa fünf bis sechzehn Monaten radiologisch nachuntersucht.

Um eine einheitliche Bewertung der Röntgenbilder zu gewährleisten, wurde ein Beurteilungsschema entwickelt und die Befundung durch erfahrene und speziell qualifizierte Untersucher durchgeführt.

Unsere Hypothesen lauteten:

- a) Degenerative radiologische Veränderungen im Bereich der kleinen Sprunggelenksetagen weisen auch schon bei jungen und untrainierten Pferden eine hohe Prävalenz auf.
- b) Diese Veränderungen können auch schon in einem kurzen Zeitfenster von ca. fünf bis sechzehn Monaten eine Dynamik hinsichtlich der radiologischen Ausprägung der Befunde zeigen.

Studien mit Untersuchungen zur Prävalenz von Veränderungen in den straffen Sprunggelenken einer derart homogenen und jungen Pferdepopulation und Ergebnisse über die Dynamik solcher Veränderungen in einem solch kurzen Zeitfenster wurden bisher nicht veröffentlicht.

Langfristig sollen die Ergebnisse dieser Studie dabei helfen, röntgenologische Veränderungen in den straffen Sprunggelenken bei jungen Warmblutpferden prognostisch besser einschätzen zu können.

3 Literaturübersicht

3.1 Die Anatomie und Physiologie des Sprunggelenks des Pferdes mit Hinblick auf die straffen Gelenke

Das Sprunggelenk des Pferdes, Artikulatio tarsi, ist ein zusammengesetztes Gelenk, welches aus den Knochen von Tibia, Ossa tarsi und Ossa metatarsalia besteht. Von den Ossa tarsi werden drei Reihen gebildet. Die proximale Reihe wird medial vom Talus und lateral vom Calcaneus gebildet, in der intertarsalen Reihe schiebt sich das Os tarsi centrale von medial zwischen die proximale und distale Reihe, sodass diese lateral direkt miteinander artikulieren. Die distale Reihe wird von medial nach lateral gebildet durch das Os tarsale primum et secundum, das Os tarsale tertium und das Os tarsale quartum (NICKEL et al. 2004).

Das Os T1/2 stellt sich für gewöhnlich als ein Knochenstück dar, es kann jedoch auch vollständig oder unvollständig zweigeteilt sein (RÖTHLISBERGER und UELTSCHI 1989).

Der Canalis tarsi wird gebildet von Vertiefungen lateral an Os TC und Os T3. Der Sulcus calcanei und der Sulcus tali bilden mit dem Sinus tarsi den Zugang zum Canalis tarsi (NICKEL et al. 2004).

Im Tarsalgelenk lassen sich vier horizontale Gelenkspalten mit eigenen Synovialhöhlen differenzieren. Das Talokruralgelenk ist ein Schraubengelenk, welches von Talus und Tibia gebildet wird und am meisten zur Bewegung des Tarsus beiträgt. Die Gelenkhöhle ist geräumig und bildet je zwei dorsale und plantare Ausbuchtungen. Das proximale Intertarsalgelenk wird gebildet von Talus, Calcaneus, Os tarsi centrale und Os tarsale quartum. Im distalen Intertarsalgelenk artikulieren die Knochen der intertarsalen und der distalen Reihe miteinander und das Tarsometatarsalgelenk wird gebildet von den Knochen der distalen Reihe und von den Metatarsalknochen. PIT, DIT und TMT sind straffe Gelenke, die von einer engen Gelenkhöhle umgeben werden und nur eine geringe Bewegung zulassen. Auch die Artikulatio talocalcanea ist den straffen Intertarsalgelenken zuzuordnen (NICKEL et al. 2004).

Das Talokruralgelenk, das Talocalcanealgelenk und das PIT kommunizieren miteinander (SHELLEY und DYSON 1984). FRIKER et al. (2000) fanden Kommunikationsverhältnisse zwischen DIT und TMT bei bis zu 63% ihrer untersuchten Tarsi. Eine Kommunikation zwischen DIT und PIT und somit auch dem mit dem PIT in Verbindung stehenden Talokruralgelenk stellten sie bei 25% der Tarsi fest.

Die dem Tarsalgelenk anliegenden Bänder, sowie die fibröse Gelenkkapsel, halten die Knochen des Gelenks in einem engen Kontakt (AUER 2012).

Die Ligamenta collateralia des Tarsus bestehen medial und lateral jeweils aus einem langen und drei kurzen Ligamenta.

Das Lig. collaterale laterale longum entspringt distolateral an der Tibia und hat ein breites Ansatzgebiet distolateral am Calcaneus, plantarolateral am Talus und an den lateralen Seiten von Os T4, Os Mt3 und Os Mt4. Der Ursprung des kurzen lateralen Collateralbandes ist kranial des langen Collateralbandes am lateralen Malleolus. Das kurze laterale Collateralband besteht aus drei Teilen. Der oberflächliche Schenkel inseriert lateral an Talus und Calcaneus, der mittlere Schenkel setzt an der proximolateralen Fläche des Talus dorsal des oberflächlichen Schenkels an und der tiefe, flache Schenkel setzt an der lateralen Fläche des Talus dorsoproximal des mittleren Schenkels an.

Das Lig. collaterale mediale longum entspringt distomedial an der Tibia und ist unvollständig unterteilt in zwei Schenkel. Der oberflächliche Schenkel inseriert am Os T1/2, Os Mt2 und Os Mt3. Der tiefe Schenkel hat seinen Ansatz distal am Talus und am Os TC und Os T3. Das kurze mediale Collateralband entspringt am medialen Malleolus cranial des langen medialen Collateralbandes und besteht ebenfalls aus drei Schenkeln. Der flache oberflächliche Schenkel läuft zum Talus, der mittlere Schenkel setzt am medialen Bereich des Calcaneus an und der tiefe flache Schenkel inseriert proximal am Talus (UPDIKE 1984).

Die straffen Gelenke des Tarsus werden proximal und distal von Fußwurzelbändern, wie dem Lig. tarsi dorsale, welches vom Talus fächerförmig zu dem medialen Bereich von Tarsus und Metatarsus läuft, überspannt. Die Ligg. tarsi interossea verbinden nebeneinander liegende Tarsalknochen miteinander und die Ligg. tarsometatarsae verbinden die Tarsalknochen mit den Metatarsalknochen (NICKEL et al. 2004).

Bezüglich der Veränderungen an den straffen Sprunggelenken sind der M. tibialis cranialis und der M. fibularis tertius als Beuger des Sprunggelenks relevant. Beide werden vom N. fibularis innerviert. Der M. tibialis cranialis entspringt am lateralen Condylus der Tibia und bildet auf Höhe des Tarsus einen Sehnenstrang, welcher sich in zwei Äste gabelt, nachdem er durch den mittleren und medialen Schenkel des M. fibularis tertius hindurchgetreten ist. Zusammen mit dem mittleren Schenkel des M. fibularis tertius setzt der laterale Schenkel des M. tibialis cranialis am proximalen Metatarsus an, wohingegen der starke mediale Sehnenchenkel, die sog. Spatsehne, über den medialen Schenkel des M. fibularis tertius zum Os T1/2, sowie zum Os Mt2 läuft. Die Spatsehne wird von einem Schleimbeutel unterlagert und von einer Sehnenscheide umgeben (NICKEL et al. 2004).

Der rein sehnige M. fibularis tertius nimmt seinen Ursprung in der Fossa extensoria des lateralen Condylus des Femur und teilt sich distal in zwei Äste, durch welche die Sehne des M. tibialis cranialis läuft und die distal am Tarsus und proximal am Metatarsus ansetzen. Danach spaltet sich lateral ein weiterer Schenkel ab, welcher am Calcaneus und am Os T4 inseriert. Der M. fibularis tertius ist Teil der sog. Spannsägenkonstruktion, wodurch er Knie- und Sprunggelenk in gegenseitige funktionelle Abhängigkeit bringt und zur passiven Fixation der Gliedmaße beiträgt (NICKEL et al. 2004).

Als synoviales Gelenk besteht das Sprunggelenk aus den mit hyalinem Gelenkknorpel überzogenen Gelenkenden der Knochen, aus der die Gelenkhöhle umgebenden Gelenkkapsel, die am Knochen an jeder Seite des Gelenks aus dem Periost hervorgeht, und aus den Gelenkbändern (NICKEL et al. 2004).

Der subchondrale Knochen wird bedeckt von hyalinem Gelenkknorpel, der einen fast reibungslosen Kontakt der Gelenkoberflächen gewährleistet. Der Mangel an vaskulärer, lymphatischer und neuronaler Versorgung macht den Gelenkknorpel abhängig von der Diffusion der Nährstoffe und der Abbauprodukte durch die Synovia (AUER 2012). Er ist durch eine schmale verkalkte Zone auf dem Knochen fest verankert. Auf den Gelenkflächen vieler Knochen finden sich knorpelfreie, grubige Vertiefungen, die Synovialgruben (Fossae synoviales), bei denen der Knochen nur von einer zarten Bindegewebshaut bedeckt wird (NICKEL et al. 2004).

Der Gelenkknorpel besteht aus Chondrozyten, die in der Knorpelmatrix eingeschlossen sind (DÄMMRICH 1976). Die drei Hauptkomponenten der extrazellulären Matrix sind Kollagen, Proteoglykane und Wasser. Das wichtigste Proteoglykan ist Aggrekan, dessen Seitenketten aus Keratinsulfat und Chondroitinsulfat bestehen, welche dem Aggrekan eine negative Ladung geben. Die Hyaluronsäure steht sowohl mit dem Aggrekan als auch mit dem Kollagennetzwerk in Verbindung (AUER 2012). Vier Schichten mit je unterschiedlicher Anordnung der Knorpelzellen und des Kollagens lassen sich im Gelenkknorpel unterscheiden. Die „Tidemark“ trennt die oberflächliche, mittlere und die tiefe Schicht von der kalzifizierten Schicht (VAN WEEREN und BRAMA 2001).

Die Gelenkkapsel ist zusammengesetzt aus einer äußeren fibrösen Schicht (Stratum fibrosum), einer inneren, gefäß- und nervenreichen Schicht (Stratum synoviale) und dem Stratum subsynoviale. Die Innenschicht kann Synovialzotten ausbilden, die in die Gelenkhöhle reichen. Die gefäßreiche Synovialis hat die Aufgabe der Sekretion von Synovia und der Resorption. Die Synovia ist eine fadenziehende, bernsteingelbe Flüssigkeit, die die Reibung zwischen den Gelenkflächen minimiert und für die Ernährung des Gelenkknorpels verantwortlich ist (NICKEL et al. 2004). Die Deckzellen Typ A des Stratum synoviale sind verantwortlich für die Phagozytose und die Deckzellen Typ B für die Sekretion. Die Aufgabe des Stratum subsynoviale ist die Filtration und das Stratum fibrosum dient der Fixation (DÄMMRICH 1976).

Die Synovia enthält als Ultrafiltrat des Plasmas die Moleküle bis zu einer Grösse von ca. 10kDa in gleicher Konzentration. Die Konzentration an Hyaluronsäure ist jedoch höher und bedingt die Viskosität der Synovia (VAN WEEREN und BRAMA 2001).

Die subchondrale Knochenplatte bietet dem Gelenkknorpel Kontur und Stabilität (AUER 2012). Sie besteht aus einer dünnen Knochenplatte und der darunter liegenden Spongiosa (VAN WEEREN und BRAMA 2001). Die Dicke des subchondralen Knochens ist im dorsalen und lateralen Bereich des distalen Tarsus am größten. Außerdem gibt es entsprechend der unterschiedlichen Beanspruchung der Bereiche des distalen Tarsus eine Änderung der subchondralen Knochendicke von proximal nach distal mit einer größeren medialen Knochendicke im äußerst proximalen und einer größeren lateralen Knochendicke im weiter distalen Tarsusbereich (BRANCH et al. 2005). Die subchondrale Knochendichte ist auch abhängig von der Art und der Intensität der Belastung des Pferdes. Pferde, die im

Hochleistungssport eingesetzt werden, haben eine größere subchondrale Knochendicke als solche, die nur einer geringen Belastung ausgesetzt sind (MURRAY et al. 2007).

Die Struktur der osteochondralen Einheit ändert sich mit fortschreitendem Alter des Pferdes. Während die Dicke des hyalinen Knorpels und die des gesamten Knorpels im Alter abnehmen, kommt es zu einer Dickenzunahme von kalzifiziertem Knorpel und der subchondralen Knochenplatte. Diese Strukturveränderungen im Alter können jedoch auch auf Veränderungen hindeuten, die sich vor dem Beginn einer Osteoarthritis entwickeln (MURRAY et al. 2009).

Die Adaption der subchondralen Knochenplatte als physiologische Antwort auf einwirkende mechanische Kräfte ist der Schlüsselfaktor für die Entstehung von Gelenksdegeneration und Osteoarthritis, da das Bestreben des subchondralen Knochens, Mikroläsionen durch Remodeling zu reparieren, zu Sklerose und einer erhöhten Porosität der subchondralen Knochenplatte führen kann (MUIR et al. 2008).

3.2 Degenerative Gelenkerkrankungen

3.2.1 Definition

Die Osteoarthritis, im deutschen Sprachgebrauch auch als Arthrose bezeichnet, ist definiert als eine Erkrankung der beweglichen Gelenke, die charakterisiert ist durch die Degeneration und den Verlust von Gelenkknorpel. Die Endung „itis“ ist irreführend, da sie das Vorhandensein einer zentralen Entzündung voraussetzt, welche bei vielen Erkrankungen jedoch nicht vorliegt (AUER 2012). Mit der Degeneration des Gelenkknorpels gehen auch Veränderungen des Knochens und der Weichteilgewebe des Gelenks einher (STASHAK 2007).

Die Osteoarthritis ist ein degenerativer Prozess, in dem das Gleichgewicht zwischen Verschleiß und Regeneration der extrazellulären Grundsubstanz gestört ist. Mögliche Ursachen sind eine mangelhafte Qualität des Knorpels, mechanische Traumatisierung oder eine Synovialitis, durch deren Entzündungsmediatoren der Knorpel geschädigt wird (VAN WEEREN und BRAMA 2001).

3.2.2 Pathologische Veränderungen

Pathologische Veränderungen eines Gelenks werden aufgrund einer Dysfunktion von einer oder mehrerer Gelenkkomponenten hervorgerufen (AUER 2012). Die Zerstörung des Gelenkknorpels ist die pathologisch wichtigste Komponente der degenerativen Gelenkerkrankung (STASHAK 2007).

Die degenerative Gelenkerkrankung ist in ihrem Endstadium gekennzeichnet durch Knorpelverlust, Osteophyten- und Entesophytenbildung, Sklerosierung des subchondralen Knochens, Entstehung von subchondralen Lysen – seltener auch Zysten – und die Progression in Richtung einer knöchernen Ankylose (STASHAK 2007).

Unter Osteophyten versteht man das Auftreten von Knochenneubildung am Gelenkrand, während diese an der Ansatzstelle von Bändern oder Sehnen als Entesophyten bezeichnet werden. Osteophyten stehen oft in Verbindung mit OA und entstehen als Antwort übermäßiger Belastung auf den Gelenkrand (MOSKOWITZ et al. 1987, RESNICK et al. 1983).

3.2.3 Pathogenese

Für die Pathogenese der Osteoarthritis sind verschiedene Mechanismen verantwortlich. Mangelhafte biomechanische Eigenschaften des Knorpels können dazu führen, dass dieser unter normalen Bedingungen versagt. Auch kann eine pathologisch erhöhte subchondrale Knochendichte dafür sorgen, dass eine starre Knochen-Knorpel-Einheit anfällig für Defekte ist oder es kann zu einer Belastung des normalen Knorpels mit abnormen Kräften kommen, sodass die normalen Reparaturmechanismen überschritten werden. Aufgrund des sehr langsamen Turnovers der Knorpelbestandteile sind diese intrinsischen Reparaturmechanismen limitiert (AUER 2012).

Auch VAN WEEREN und BRAMA (2001) sind der Ansicht, dass die Ätiologie einer OA nicht allein von abnormen biomechanischen Kräften abhängt, sondern auch von schlechter Knorpelqualität und von erblichen Faktoren.

Unabhängig von der primären Ursache ist die Pathogenese einer OA gekennzeichnet durch katabole und entzündliche Prozesse, die zum Defekt des Gewebes führen (AUER 2012). Es kommt zum Verschleiß der extrazellulären Matrix, die den mechanischen Kräften dann nicht mehr gewachsen ist, wodurch ein weiterer Schaden und somit ein Teufelskreislauf entsteht (VAN WEEREN und BRAMA 2001).

Dementsprechend lassen sich auf molekularer Ebene katabole Zytokine wie IL-1 und TNF- α aufzeigen, die die Produktion von matrixdegradierenden Enzymen, v.a. MMPs, stimulieren (VAN WEEREN und BRAMA 2001).

Als Quelle des Schmerzes bei einer OA kommen die Gelenkkapsel, das Synovium, Sehnen und Bänder, das Periost und der Knochen in Frage. Der Gelenkknorpel selbst ist nicht innerviert. Sensorische Nerven reagieren sowohl auf mechanische Stimuli wie Dehnung als auch auf chemische Mediatoren (z.B. Substanz P) und es kommt zu einer Hochregulation von Schmerzrezeptoren. Die für den Schmerz verantwortlichen Weichteile können im Röntgen nicht dargestellt werden, sodass die Korrelation zwischen Klinik und radiologischem Schweregrad der OA schwach ist (AUER 2012, CARON et al. 1992).

Die Aussage, dass ein zerstörter Gelenkknorpel nicht wieder heilen wird, ist auch heute noch korrekt. Die Regeneration ist definiert als die Wiederherstellung der strukturellen und funktionellen Unversehrtheit. Knorpel ist allenfalls zur partiellen Reparatur fähig, d.h. Zellen und Gewebestrukturen des defekten Gewebes werden durch funktionell minderwertiges narbiges Reparaturgewebe ersetzt – im Fall von hyalinem Knorpel entspricht dies dem Ersatz mit Bindegewebe bzw. fibrösem Knorpel. Der Gelenkknorpel gehört zu den weniger gut reparablen Geweben (AUER 2012).

3.3 Knochenspat

3.3.1 Definition und Vorkommen

STASHAK (2007) definiert den Knochenspat als eine Osteoarthritis und Periostitis, die sowohl das distale Intertarsalgelenk und das Tarsometatarsalgelenk als auch gelegentlich das proximale Intertarsalgelenk betrifft.

Die Definition okkult oder blinder Spat wird verwendet, wenn klinisch eine Osteoarthritis der straffen Sprunggelenksetagen vorliegt, jedoch keine radiologischen Veränderungen vorhanden sind (ROSS und DYSON 2003).

Die Spaterkrankung betrifft v.a. die stark belasteten Gelenke mit geringer Beweglichkeit, wie das TMT und das DIT (STASHAK 2007). Besonders betroffen sind auf Grund ihrer sportlichen Belastung Dressurpferde, Westernpferde und Traber (AUER 2012, ROSS und DYSON 2003). Auch Isländer sind mit Prävalenzen zwischen 23% und 30% bezüglich Spat prädisponiert (AXELSSON et al. 1998, BJÖRNSDOTTIR et al. 2000).

Obwohl eine OA meist erst bei adulten Pferden klinisch manifest wird, kann eine frühe Phase der Erkrankung beim jungen Tier ohne klinische Anzeichen ablaufen (BJÖRNSDOTTIR et al. 2004).

Als „juvener Spat“ wird eine Osteoarthritis der distalen Tarsalgelenke bei unter zwei Jahre alten Pferden bezeichnet. Die Prävalenz beträgt bis zu 20% (ROSS und DYSON 2003). Pferde mit juvenilem Spat haben bereits in jungem Alter und bei geringer Belastung schwere Anzeichen von Knochenspat (STASHAK 2007). KAHLER (2001) und KIRCHNER (1996) haben gehäuft röntgenologische Veränderungen an den straffen Sprunggelenken schon bei sehr jungen, untrainierten Pferden festgestellt, bei denen eine erhöhte Belastung nach Beginn der Ausbildung als Ursache ausgeschlossen werden kann (KIRCHNER 1996). Häufig werden röntgenologische Veränderungen in den straffen Sprunggelenken auch bei jungen elitären Auktionspferden gefunden (LEONHARDT 1996, MERZ 1993). Die ersten pathologischen Veränderungen können sogar bereits im Fohlenalter entdeckt werden (HEINZ 1993) und sich in dem Zeitraum bis zum Jährlingsalter weiterentwickeln (THOMSEN 1995).

Die Prävalenz von röntgenologischen Befunden in den straffen Tarsalgelenken nimmt mit steigendem Lebensalter signifikant zu (BJÖRNSDOTTIR et al. 2000, KIRCHNER 1996, MERZ 1993). Das männliche Geschlecht ist von Veränderungen häufiger betroffen als das weibliche (EKSELL et al. 1998, HEINZ 1993, KIRCHNER 1996, THOMSEN 1995) und auch große Pferde (Widerristhöhe > 173cm) scheinen eine gewisse Disposition für Spatveränderungen zu haben (HERTSCH et al. 1997).

Die Autoren HEINZ (1993), KAHLER (2001), KIRCHNER (1996), LEONHARDT (1996), MERZ (1993) und THOMSEN (1995) fanden röntgenologische Befunde gehäuft im TMT, während DAHN und UELTSCHI (1989), EKSELL und UHLHORN (1999), FAIRBURN et al. (2010) und ROETHLISBERGER und UELTSCHI (1989) solche Befunde häufiger im DIT beobachteten. Radiologische Befunde im PIT sind selten und meist mit einer schlechten Prognose verbunden (SHELLEY und DYSON 1984).

Die ersten röntgenologischen und szintigraphischen Veränderungen einer OA werden am dorsolateralen Bereich des Tarsalgelenks beobachtet, was der früheren Annahme, dass Tarsalschmerzen dorsomedial beginnen und sich nach dorsal fortsetzen, widerspricht (ROSS und DYSON 2003).

Über die Häufigkeitsverteilung von Spatbefunden gibt es in der Literatur sehr unterschiedliche Angaben:

- HARFST (1986): Hakenbildung an den Gelenkrändern bei 13%
- HEINZ (1993): 25,9% der jungen Fohlen mit Haken- oder Randwulstbildung
- KIRCHNER (1996): 86% der zweijährigen Köranwärter beim Warmblüter mit röntgenologischen Befunden
- LEONHARDT (1996): 95,8% der untersuchten Auktionspferde wiesen radiologische Befunde im Sinne von Spat auf
- MERZ (1993): 46,9% der Gliedmaßen von klinisch gesunden Auktionspferden mit Veränderungen im Sinne von Spat
- SCHUBERT (2010): Knochenzubildung am Os Mt3 bei 17,7%

In etlichen Arbeiten wurde eine Progression degenerativer radiologischer Veränderungen in den distalen Tarsalgelenken beschrieben (BACH 2008, HARFST 1986, KIRCHNER 1996, THOMSEN 1995,).

3.3.2 Ätiologie

Der Knochenspat ist eine polyätiologische Erkrankung, bei der sowohl Fehl- oder Überbelastung und Stellungsanomalien, sowie auch Vitamin- oder Mineralstoffmangel und genetische Mesenchymschwäche eine Rolle spielen (DAHME und WEISS 2007).

Bei der Entstehung einer OA sind exzessive Kompressions- und Rotationkräfte beteiligt, welche verstärkt im Galopp auf die kleinen Tarsalknochen einwirken und zu einem abnormen Zug an den Intertarsalbändern führen (AUER 2012, GABEL 1980, ROSS und DYSON 2003, STASHAK 2007). Durch Stauchung bzw. Überdehnung der Kapsel, der Kollateralbänder oder der intertarsalen Bänder kann es zu periostalen proliferativen Reaktionen des Bindegewebes kommen (SHELLEY und DYSON 1984).

Außerdem wird die Entstehung der Erkrankung begünstigt durch eine unregelmäßige Gliedmaßenstellung, wie etwa eine sichelförmige, kuhhessige oder besonders steile Stellung des Sprunggelenks, durch welche der mediale Teil des Tarsus stärker belastet wird und bei der eine gewisse Erblichkeit möglich ist (EKSELL et al. 1998, GABEL 1980, STASHAK 2007). Die Entwicklung einer OA in den straffen Sprunggelenksetagen scheint mehr durch schwache Konstellation und Gelenkbau als durch Trauma oder Überbelastung begründet zu sein (BJÖRNSDOTTIR et al. 2004).

Auch eine metabolische Knochenerkrankung kann durch Mineralstoffimbalancen, Proteinmangel oder –überschuss und zu schnelles Wachstum eine Rolle bei der Entwicklung einer OA spielen (GABEL 1980).

Bei inmaternen Neonaten kann durch unvollständige Ossifikation und Kollaps von Os TC oder Os T3 eine Stauchung dieser Knochen zu der Entwicklung von juvenilem Spat führen (AUER 2012, STASHAK 2007).

Bei Pferden mit OA kommt es zu Veränderungen der normalen subchondralen Knochendichte (BRANCH et al. 2007). Die subchondrale Knochendichte ist abhängig vom Trainingslevel eines sehr jungen Pferdes. Sie ist niedriger bei Bewegungsmangel in der frühen Lebensphase, kann jedoch durch später gesteigertes Training ausgeglichen werden (BARNEVELD et al. 1999).

3.3.3 Symptome

Die klinischen Zeichen einer OA variieren von einer unilateralen Lahmheit bis hin zu Leistungsminderung ohne offensichtliche Lahmheit (ROSS und DYSON 2003).

Die Spatlahmheit ist meist eine ggr. bis mgr. gemischte oder überwiegende Stützbeinlahmheit. Sind beide Hinterextremitäten gleichzeitig erkrankt, wird der Trab oft unsauber und unregelmässig (DIETZ und HUSKAMP 2006). Die Lahmheit ist am deutlichsten beim unaufgewärmten Pferd zu sehen und verbessert sich oft nach dem Einlaufen. Bei starker Arbeit und auf engem Zirkel verschlimmert sie sich (STASHAK 2007). Der Grad der Lahmheit ist abhängig vom Schweregrad, von der Lokalisation und vom Stadium der Erkrankung. Durch die Schmerzen bei der Beugung des Tarsus kommt es zu einem erniedrigten Fußungsbogen, zu einer kürzeren Vorführphase und zum Schleifen der Zehe (AUER 2012). Viele Pferde bewegen das Bein in der Vorführphase nach medial, bevor sie es kurz vor der Fußung nach lateral drehen (PLATT 1997).

Eine Studie von AXELSSON et al. (1998) zeigte einen proportionalen Anstieg der lahmen Gliedmaßen mit der Zunahme der radiologischen Veränderungen. Andere Autoren sehen nicht immer eine Korrelation von Grad und Dauer der klinischen Spatlahmheit und den röntgenologischen Veränderungen im distalen Tarsus. Andererseits können röntgenologische Befunde auch ohne eine Lahmheit bestehen (BYAM-COOK et al. 2009, ROSS und DYSON 2003, SHELLEY und DYSON 1984, STADLER 2005).

Beim Spat des jugendlichen Pferdes zeigen sich die ersten Symptome meist in Rückenverspannungen, da es häufig zu sekundärer Schmerzhaftigkeit der Muskeln im Lumbal- und Gluteusbereich kommt (ROSS und DYSON 2003).

Ein weiteres Symptom bei einer OA sind Spatexostosen, die in chronischen Fällen durch Knochenneubildung am medialen Aspekt des unteren Drittels des Sprunggelenks entstehen. Die Spatexostosen sind meist schmerzlose, harte Verdickungen, die flach oder hervorspringend sein können. Sie sind immer fest mit dem darunter liegenden Knochen verwachsen und reaktionslos (DIETZ und HUSKAMP 2006).

3.3.4 Diagnose

Die Diagnosestellung einer Spaterkrankung beinhaltet die klinisch-orthopädische Untersuchung, diagnostische Anästhesien und je nach Fall der Gebrauch von weiterführender Diagnostik wie Röntgen, Ultraschall, Szintigraphie oder MRT. Die Untersuchung beginnt mit der Adspektion, bei der sowohl die Stellung der Gliedmaße und die Kontur des Tarsus als auch die Form des Hufes und die Abnutzung des Eisens begutachtet werden (DIETZ und HUSKAMP 2006).

Bei der Palpation der Tarsalregion kann eine eckige und derbe Vergrößerung im dorsomedialen Bereich des Sprunggelenks auffallen, welche bei Druck meistens nicht schmerzhaft ist (AUER 2012, GABEL 1980). Ursache einer solchen Vergrößerung ist häufiger eine primäre Organisation von Bindegewebe als eine Knochenproliferation, sodass kein röntgenologischer Befund erhoben werden kann (BJÖRNSDOTTIR et al. 2000, BUTLER et al. 2000, ROSS und DYSON 2003).

Die Spatprobe ist eine Beugeprobe des Sprunggelenks, bei der das Sprunggelenk für 60 bis 90 Sekunden gebeugt und das Pferd daraufhin auf einer geraden Strecke getrabt wird. Die alleinige Beurteilung des Sprunggelenks ist jedoch nicht möglich, da Knie- und Hüftgelenk immer mitgebeugt werden (STASHAK 2007). Die Beugeprobe ist bei einer Spaterkrankung fast immer positiv (ROSS und DYSON 2003).

Wurde eine Lahmheit festgestellt, kann diese mit diagnostischen Anästhesien genauer lokalisiert werden. Die Leitungsanästhesie des N. fibularis und tibialis erlaubt die Lokalisation im Sprunggelenksbereich (ROSS und DYSON 2003, STASHAK 2007).

Eine spezifischere Methode ist die direkte intraartikuläre Anästhesie des DIT und TMT, die jedoch negativ ausfallen kann, wenn die normale Beweglichkeit der

Gelenke durch mechanische Hindernisse gestört ist. Außerdem können ein verschmälertes Gelenkspalt oder umfangreiche Knochenneubildungen eine Injektion verhindern (DIETZ und HUSKAMP 2006, ROSS und DYSON 2003). In der Regel wird zuerst die einfacher praktizierbare Anästhesie des TMT durchgeführt. Aufgrund der häufigen Kommunikation mit dem DIT sowie der Diffusion des Anästhetikums ergibt diese auch bei Veränderungen im DIT oftmals ein positives Resultat. Da das jedoch nicht bei jedem Pferd der Fall ist, sollte immer auch eine Anästhesie des DIT durch den traditionellen medialen oder den sicherer punktierbaren dorsolateralen Zugang durchgeführt werden (JUST et al. 2007). Eine positive Gelenksanästhesie erlaubt eine recht spezifische Schmerzlokalisierung. Jedoch sollte eine mögliche Diffusion zum Fesselträgerursprung bzw. dem innervierenden Ramus profundus bedacht werden (GOUGH et al. 2010). Die intraartikuläre Anästhesie sollte der Goldstandard für die Diagnose einer OA der distalen Tarsalgelenke sein (BYAM-COOK et al. 2009).

Bezüglich der Kommunikation zwischen TMT und DIT und der Konsequenzen für die Gelenksanästhesie finden sich in der Literatur kontroverse Angaben. PLATT ist der Ansicht, dass eine Kommunikation von DIT und TMT im gesunden Tarsus besteht und dass das Anästhetikum alternativ in kurzer Zeit durch die Synovialmembran diffundiert (PLATT 1997). Als Anästhetikum werden 2-4ml Mepivacain-Hydrochlorid verwendet. Eine signifikante Verbesserung der Lahmheit nach zehn Minuten ist aussagekräftig, jedoch kann eine komplette Lahmfreiheit eventuell durch intraossären Schmerz in den Tarsalknochen nicht erreicht werden (AUER 2012). Subchondrale Sklerosen sprechen meist schlecht auf eine intraartikuläre Anästhesie an.

Eine weitere wichtige Technik zur Diagnose der Späterkrankung ist die röntgenologische Untersuchung. Auf die Röntgendiagnostik des Tarsus wird an anderer Stelle detailliert eingegangen (BUTLER et al. 2000).

Szintigraphie und MRT sind sehr nützliche Verfahren, wenn Röntgenbilder von Pferden mit Tarsalschmerzen unauffällig sind, was v.a. im Frühstadium der Späterkrankung häufig der Fall ist. Die Szintigraphie ist sehr zuverlässig für die Lokalisation von aktivem Knochenumbau, das MRT liefert jedoch mehr anatomische Details (DANIEL et al. 2012).

Ein Vergleich von Röntgen, Szintigraphie und MRT zeigt eine geringe Sensitivität der Röntgenuntersuchung, da viele Pferde trotz im MRT diagnostizierter pathologischer Veränderungen unauffällige Röntgenbilder zeigen. Dahingegen korrelieren die Ergebnisse der Szintigraphie gut mit der Lokalisation der Läsionen, die im MRT gefunden wurden (DANIEL et al. 2012).

3.3.5 Therapie

Das Ziel der Spattherapie ist die Beseitigung des tarsalen Schmerzes und die Beschleunigung einer Ankylosenbildung, um eine Lahmfreiheit zu erreichen (PLATT 1997, ROSS und DYSON 2003). Die Therapieoptionen beinhalten einen korrekten Beschlag, systemische und intraartikuläre Entzündungshemmer, chemische und chirurgische Arthrodese der distalen Tarsalgelenke und die Tenektomie der Spatsehne (AUER 2012). Bei den Therapieformen lassen sich antiphlogistische Maßnahmen, die den für gewöhnlich progressiven Verlauf der Erkrankung verzögern sollen, von Maßnahmen unterscheiden, die die natürliche Ankylosierung beschleunigen (STANGER et al. 1994).

Der Spatbeschlag beinhaltet ein Kürzen der Zehe, sodass durch eine geeignete Zehenrichtung der Abrollpunkt zurückversetzt wird. Durch die Spathufeisen mit erhöhten Schenkeln kommt es zu einem schnelleren Abrollen und die Beugung des Sprunggelenks wird reduziert (PLATT 1997). Ein verdickter und verlängerter äußerer Schenkel vermindert den Druck auf die mediale Seite des Tarsalgelenks und fördert eine Umverteilung der Last (NYFFENEGGER 1956).

Eine Methode zur Verbesserung der Lahmheit durch eine Kurzzeit-Analgesie ist die extrakorporale Stoßwellentherapie. Es gibt jedoch wenig Langzeitergebnisse (ROSS und DYSON 2003).

Die Therapie mit NSAIDs (Phenylbutazon oral 4,4mg/kg/d) hilft bei der Erhaltung des Trainingszustands und somit beim Behandlungserfolg (PLATT 1997, ROSS und DYSON 2003). Eine alleinige Gabe ist jedoch nicht ratsam, da die Therapie lediglich palliativ ist und die Lahmheit nach dem Absetzen des Antiphlogistikums meist zurückkehrt (AUER 2012). Ausserdem stehen die renalen und gastrointestinalen Nebenwirkungen der NSAIDs einer Langzeittherapie im Wege.

Die Behandlung einer OA mittels intraartikulärer Injektion von Kortikosteroiden und Hyaluronsäure in die betroffenen Gelenke ist sehr nützlich und hilft vielen Pferden, mehrere Monate lahmfrei zu bleiben. Die Injektion kann nach Rückkehr der Lahmheit ggf. wiederholt werden (AUER 2012). Hyaluronsäure wirkt als sehr visköses Medikament v.a. antiinflammatorisch (VAN WEEREN und BRAMA 2001), ist jedoch dem Eindruck nach in beweglichen Gelenken effektiver als in straffen Gelenken wie den distalen Sprunggelenksetagen. Die intramuskuläre Anwendung von Polysulfat-Glycosaminoglykanen (Adequan®) wirkt mild schmerzlindernd und chondroprotektiv. Es hemmt jedoch auch die Entstehung einer Ankylose (PLATT 1997). Die orale Verabreichung von glykosaminoglykanhaltigen Zusatzfuttermitteln kann den Verlauf der Erkrankung evtl. günstig beeinflussen (ROSS und DYSON 2003).

Bringen konservative Behandlungsversuche nicht den erhofften Erfolg, ist eine chirurgische Therapie indiziert. Durch die Tenektomie der Spatsehne kommt es bei chronischer OA mit proliferativen Exostosen durch die Reduzierung der Rotationskräfte auf den Tarsus zu einer Verbesserung der Lahmheit (PLATT 1997). Diese Technik allein führt jedoch nur kurzzeitig zur Verbesserung der klinischen Symptome und selten zur Lahmfreiheit (ROSS und DYSON 2003).

Eine Ankylose der distalen Tarsalgelenke kann durch chemische Fusion oder durch chirurgische Arthrodesen erreicht werden. Bei der chemischen Fusion wird durch intraartikuläre Injektion von Natrium-Mono-Iodo-Acetat (MIA) eine Nekrose des Knorpels und somit eine Fusion der entsprechenden Gelenke erreicht. Die Technik ist sehr schmerzhaft und aufgrund der chondrozytischen Wirkung und der eventuellen Kommunikation von DIT und PIT nicht ohne Risiken (AUER 2012, PLATT 1997). Auch die intraartikuläre Injektion von Ethanol soll die Ankylosierung fördern und zu einer Linderung der Symptomatik führen. So erzielten LAMAS et al. (2012) bei Verwendung von 70%igem Ethanol i.a. bei 65% der behandelten Pferde eine Verbesserung der Lahmheit nach sechs bis neun Monaten um 50% oder mehr. Ob bzw. inwieweit jedoch wirklich eine Ankylosierung erzielt wurde, bleibt aufgrund des Fehlens langfristiger radiologischer Nachkontrollen fraglich. CARMALT et al. (2012) stellten jedoch eine progressive Verschmälerung des Gelenkspalts des TMT nach Behandlung mit Ethanol fest. Aus experimentellen Studien (WOLKER et al. 2011) ist jedoch bekannt, dass Ethanol nur zu einer partiellen Knorpeldestruktion führt. Aus

diesem Grund werden auch andere Wirkmechanismen wie eine Hemmung der Schmerzrezeptoren im Gelenk für den klinischen Effekt der Behandlung diskutiert.

Bei der Arthrodesse der distalen Tarsalgelenke wird mit Hilfe einer Bohrung entlang des Gelenkspaltes der Gelenkknorpel partiell entfernt. Um die Stabilität zu verbessern und die Fusion zu beschleunigen, können Schrauben, Platten oder Spongiosa-Transplantate verwendet werden (AUER 2012).

Die Wahl der richtigen Therapie ist abhängig vom Grad der Lahmheit, dem Ausmaß der radiologischen Veränderungen und dem Ansprechen auf vorherige Behandlungen. Die häufigste Methode ist die Kombination aus Spatbeschlag und intraartikulärer Medikation mit oder ohne orale Gabe von NSAIDs (BUTLER et al. 2000, ROSS und DYSON 2003).

3.3.6 Prognose

Die Prognose einer Spaterkrankung ist immer als vorsichtig einzustufen, da die Erkrankung für gewöhnlich progressiv ist (GABEL 1980).

Sind das PIT oder Talocalcanealgelenk beteiligt und liegen extensive subchondrale Knochenlysen vor, ist die Prognose eher ungünstig (BUTLER et al. 2000, ROSS und DYSON 2003).

Im Sinne einer restitutio ad integrum ist die Spaterkrankung nicht heilbar. Die Prognose für eine funktionelle Wiederherstellung ist jedoch bei vielen Behandlungsmethoden gut, sodass die Pferde wieder belastbar werden und viele nach gezielter Therapie ihre vorherige Leistungsfähigkeit zurückerlangen (DIETZ und HUSKAMP 2006, STASHAK 2007).

3.4 Röntgendiagnostik

3.4.1 Arthrosen im Allgemeinen

Die radiologischen Veränderungen einer degenerativen Gelenkerkrankung sind gekennzeichnet durch periartikuläre Osteophyten, Sklerose des subchondralen Knochens mit Verlust der Trabekelstruktur, unscharf abgegrenzte kleine lytische Zonen im subchondralen Knochen, kleine gut begrenzte knochenzystenähnliche Läsionen, Verschmälerung des Gelenkspaltes, Ausdehnung der Gelenkkapsel und periartikuläre Weichteilschwellung. Periartikuläre Osteophyten sollten von Entesophyten unterschieden werden (BUTLER et al. 2000, UELTSCHI 2002).

Das anatomische, alterationslose Idealbild ist jedoch selten und es können häufig individuelle biologisch-anatomische Varianten und leichte Formabweichungen beobachtet werden, die nicht eindeutig als pathologisch einzustufen sind. Wichtig ist es, klinisch bedeutsame und unbedenkliche Befunde voneinander unterscheiden zu können (BACH 2008, DAHN und UELTSCHI 1989, MERZ 1993, SHELLEY und DYSON 1984).

Die Befundbeschreibung von Veränderungen im Knochen erfolgt nach Einstufung in Aufhellung oder Verschattung, sowie anhand der Beschreibung von Größe, Form, Kontur, Struktur und Lokalisation (GPM/BTK 2007, HERTSCH 1992).

3.4.2 Projektionen am Tarsus des Pferdes

Die Röntgendiagnostik ist eine Hilfsuntersuchung aus einer Vielzahl klinischer und bildgebender Methoden und somit lediglich ein Baustein im Gesamtbild (BACH 2008).

Bei den Tarsalgelenksaufnahmen gibt es keine Einigkeit über die notwendige Anzahl und den Aufnahmewinkel (HERTSCH 1992).

Einige Autoren zählen vier Projektionen zu den Standardaufnahmen des Sprunggelenks: die dorsoplantare (DP), die dorsolateral-plantaromediale (DLPMO), die dorsomedial-plantarolaterale (DMPLO) und die lateromediale (LM)

Aufnahmerichtung. Es sollten immer Röntgenbilder aus diesen vier Projektionen angefertigt werden, da Veränderungen nur auf einer der vier Aufnahmen sichtbar sein können (BUTLER et al. 2000, ROSS und DYSON 2003, STASHAK 2007, UELTSCHI 2002).

GPM/BTM 2007 empfehlen nur drei Aufnahmerichtungen: die 0°-Projektion, die 45-70°-Projektion und die 90-135°-Projektion. Auf allen Aufnahmen müssen der Calcaneus und der proximale Bereich des Os Mt3 dargestellt sein. Wenn abweichend davon nur zwei Aufnahmen angefertigt werden, dann sollten diese die Aufnahmerichtungen 45-70° und 90-135° umfassen (GPM/BTK 2007). Die 70°- und die 115°-Projektion sind zur Beurteilung der kleinen Tarsalgelenke sehr zweckmäßig (SCHEBITZ und WILKENS 2008).

Der Zentralstrahl sollte auf die Mitte der voll belasteten und vertikal stehenden Gliedmaße etwa fingerbreit distal der Rollkämme des Talus fokussiert sein und jeweils im rechten Winkel auf die Kassette treffen (SCHEBITZ und WILKENS 2008). Da PIT, DIT und TMT nicht horizontal verlaufen, sondern von lateral nach medial proximodistal leicht abfallen, sollte der Röntgenstrahl bei der lateromedialen Projektion in einem Winkel von 5 – 10° proximodistal gewinkelt werden, um eine Überlappung der Gelenkspalte zu vermeiden. Für eine genaue laterale Aufnahme wird der Röntgenstrahl parallel zu einer Linie durch den medialen und lateralen Malleolus der Tibia ausgerichtet (BUTLER et al. 2000, ROSS und DYSON 2003). Die 90°-Projektion eignet sich am besten, um Randexostosen am Os Mt3 darzustellen. Auf diese Aufnahmerichtung sollte zugunsten von Schrägaufnahmen nicht verzichtet werden (SCHUBERT 2010). Bei der 90°-Projektion sollten sich die beiden Rollkämme gerade überdecken und die straffen Tarsalgelenke orthograd abgebildet sein (DAHN und UELTSCHI 1989).

Die dorsoplantare Aufnahmerichtung ist die beste Projektion, um die Weite der Intertarsalgelenke zu beurteilen (BUTLER et al. 2000). Bei dieser Projektion wird der Röntgenstrahl horizontal mit Zentrierung auf das DIT gerichtet. Bei manchen Pferden ist es aufgrund der Neigung der distalen Tarsalgelenke unmöglich, alle Bereiche des DIT gleichzeitig zu bewerten, sodass zwei Aufnahmen nötig sind. Bei horizontaler Positionierung kann eine Seite des Gelenkspaltes – meist die laterale – verschmälert erscheinen. Wird bei einer zusätzlichen Aufnahme der Röntgenstrahl um 5 – 10°

proximodistal geneigt, kann auch der andere (mediale) Bereich des Gelenkspaltes normal erscheinen (BUTLER et al. 2000, O'BRIEN 1974, ROSS und DYSON 2003).

Aufgrund der komplexen Anatomie des Tarsus können schon geringe Variationen in den Projektionsrichtungen in erheblichen Veränderungen der Röntgenbilder resultieren (BACH 2008, BUTLER et al. 2000, DAHN und UELTSCHI 1989).

Der Wert der einzelnen Projektionsrichtung hängt stark von der Art und dem Ausmaß der vorliegenden Veränderungen ab (RÖTHLISBERGER und UELTSCHI 1989). Die Röntgenuntersuchung alleine liefert uns lediglich radiologische Befunde, welche klar von einer Diagnose als Deutung eines pathologisch-klinischen Zustandes zu differenzieren sind (BACH 2008, HERTSCH 1992). Die Weiterentwicklung röntgenologischer Veränderungen kann nur durch Verlaufsuntersuchungen beurteilt werden.

3.4.3 Radiologische Befundung

3.4.3.1 Normalbefunde und Variationen

Bei den Röntgenaufnahmen des Tarsus können häufig normale Variationen und zufällige Befunde beobachtet werden. Manchmal findet man dorsoproximal am Os Mt3 einen kleinen Knochensporn, bei dem es sich um einen Osteophyten oder Entesophyten an der Ansatzstelle des M. fibularis tertius oder M. tibialis cranialis handeln kann. Dieser Befund allein ist mit keiner erhöhten Wahrscheinlichkeit für das Auftreten einer klinischen Symptomatik verbunden (BUTLER et al. 2000, FAIRBURN et al. 2010). Die Kontur der einzelnen Tarsalknochen kann variabel sein. Individuelle Variationen sollten nicht als pathologisch gewertet werden (SHELLEY und DYSON 1984). Das Os T1/2 kann stark eingeschnürt sein (UELTSCHI 2002) und seine Komponenten sind beim adulten Pferd gelegentlich nicht miteinander verschmolzen. Os TC und Os T3 können cranial oder medial Erhebungen haben (SHELLEY und DYSON 1984).

Die in der dorsoplantaren Projektion durch Überlagerung der kleinen Tarsalknochen entstehenden Aufhellungslinien sollten nicht mit pathologischen Läsionen verwechselt werden. Gut definierte ovale weniger röntgendichte Bereiche stellen

nicht-artikuläre Vertiefungen dar, sog. Synovialgruben, und sollten nicht mit zysten-ähnlichen Läsionen verwechselt werden (BUTLER et al. 2000).

Die dorsolateral-plantaromediale Schrägaufnahme hebt den dorsomedialen Aspekt der Intertarsalgelenke hervor. Der Sinus tarsi, ein nicht-artikulärer Bereich zwischen Talus und Calcaneus, kann als weniger röntgendichte Linie zwischen den beiden Knochen zu sehen sein. Die dorsale Öffnung des Tarsalkanals ist als gut definierter strahlendurchlässiger Bereich zu sehen. In der dorsomedial-plantarolateralen Schrägaufnahme wird der dorsolaterale Bereich der Intertarsalgelenke hervorgehoben (BUTLER et al. 2000).

3.4.3.2 Pathologische Befunde

Als Veränderungen im Sinne von Spat werden ein verengter oder vollständiger Verlust des Gelenkspaltes, periartikuläre Osteophyten, periostale Knochenneubildung, Knochenzysten, lytische Bereiche und Sklerosen im subchondralen Knochen und Ankylosen angesehen (AUER 2012, BUTLER et al. 2000, DIK 1983, SHELLEY und DYSON 1984, STASHAK 2007).

Verschmälerung des Gelenkspaltes

Ein verschmälertes Gelenkspalt entsteht durch Degeneration und somit Schwund des Gelenkknorpels, vor allem in Bereichen, die großer Last ausgesetzt sind. Der Gelenkspalt kann teilweise oder vollständig verschwinden, bis hin zur Entstehung einer Ankylose (AUER 2012, BUTLER et al. 2000, SHELLEY und DYSON 1984, UELTSCHI 2002).

Ausziehung (Knochensporn) am Os Mt3

Der Knochensporn (Spur) ist eine Ausziehung, welche ihre Basis dorsoproximal am Mt3 hat. Ist die Knochendichte gleichmäßig und die Kontur glatt, kann der Spur ohne klinische Symptome sein (UELTSCI 2002). Es kann sich dabei um einen Entesophyten an der Insertionsstelle von M. tibialis cranialis oder M. fibularis tertius handeln, der nicht mit einer degenerativen Gelenkerkrankung einhergeht (BUTLER et al. 2000). FAIRBURN et al. (2010) fanden eine solche Ausziehung bei 25% der untersuchten Pferde, wobei eine Assoziation mit Lahmheit oder Leistung nicht

signifikant war, wohl aber ein häufigeres Vorkommen und eine vermehrte Aktivität in Gelenken mit röntgenologischen Spatveränderungen. Eine Differenzierung in Osteophyt und Entesophyt hält er nicht für möglich (FAIRBURN et al. 2010). Eine andere Studie gibt die Prävalenz mit 17,7 % an (SCHUBERT 2010). Da die meisten Ausziehungen dorsal oder dorsolateral lokalisiert sind, ist diese Veränderung am deutlichsten in der lateromedialen Projektion sichtbar (FAIRBURN et al. 2010, SCHUBERT 2010).

Knochenneubildung

Periartikuläre Osteophytenproliferation entsteht durch enchondrale Ossifikation, die an Knochenenden auftritt (AUER 2012). Osteophyten und Entesophyten werden entgegen der ursprünglichen Annahme, dass diese initial meist am dorsomedialen Aspekt des Tarsus entstehen, von anderen Autoren meist dorsal oder dorsolateral beobachtet (OLIVER et al. 2008, ROSS und DYSON 2003). Osteophyten können Zeichen einer degenerativen Gelenkerkrankung sein, wenn sie durch unregelmäßige Ränder oder eine variierende Knochendichte auf knöcherne Aktivität hinweisen. Sie ragen im DIT häufig in den Tarsalkanal rein und sind am besten in der DLPMO-Aufnahme zu sehen. Entesophyten entstehen am Ansatz von Bändern, Sehnen und Gelenkkapseln als Folge von Trauma oder Gelenkinstabilität (BUTLER et al. 2000).

Kleine Osteophyten können schon bei Pferden mit einem Alter von unter fünf Monaten sichtbar sein und sich bis zu einem Alter von elf Monaten zu deutlicheren Befunden entwickeln. Sie sind in diesem Alter selten klinisch relevant und dürfen nicht als ein frühes Stadium des juvenilen Spat interpretiert werden (BARNEVELD 1999).

Lytische Knochenveränderungen

Bei der Spaterkrankung werden im Röntgen regelmäßig subchondrale lytische Veränderungen beobachtet. Sind diese deutlich umschrieben, so werden sie auch als zystoide Defekte angesprochen. Solche zystoiden Veränderungen werden von einigen Autoren als eine Bindegewebsmetaplasie des subchondralen Knochens definiert (BJÖRNSDOTTIR et al. 2004, STASHAK 2007). Sind umfangreiche lytische Bereiche vorhanden, kommt es meist zu einer anhaltenden Lahmheit und schlechtem Ansprechen auf eine intraartikuläre Behandlung (BUTLER et al. 2000, ROSS und DYSON 2003). Radiologisch wird eine Demineralisation des Knochens erst ab einer

Reduzierung von 30% des gesamten Mineralgehaltes sichtbar, sodass diese Veränderungen zu Beginn der Erkrankung nicht entdeckt werden können. Ein osteochondraler Defekt wird eher durch eine verzögerte Mineralisation als durch eine Demineralisation hervorgerufen (BULTER et al. 2000).

Sklerose

Eine Sklerose ist die radiologische Interpretation einer erhöhten Knochendichte des subchondralen Knochens, welche als adaptive Antwort auf die bei der Belastung wirkenden mechanischen Kräfte auftritt. Durch exzessive Mineralisation kann es zu Veränderungen in der Durchblutung des subchondralen Knochens und dadurch zu Knochennekrosen, Mikroläsionen und somit zu Arthrose kommen (RUBIO-MARTINEZ et al. 2008).

Diese Anpassung an eine erhöhte Belastung, die von Alter, Wachstum und Arbeitslevel abhängig ist (BJÖRNSDOTTIR et al. 2004, LAVERTY und STOVER 1991), entsteht durch Ablagerung von neuem Knochen als Antwort auf Veränderungen der Kräfteübertragung (AUER 2012).

Bei Erkrankungen des subchondralen Knochens existiert eine Sklerose in der subchondralen Knochenplatte oder in schweren Fällen sogar in darunter liegenden Knochenbälkchen (RUBIO-MARTINEZ et al. 2008).

Bei vollständigen Sklerosen ist die subchondrale Knochenplatte nicht mehr von der Spongiosa abzugrenzen. Solche schweren arthrotischen Veränderungen sind oft mit einer Ankylose gekoppelt (RÖTHLISBERGER und UELTSCHI 1989).

Ankylose

Eine Ankylose ist der Verlust der Beweglichkeit eines Gelenkes durch deformierende Arthropathien. Sie entsteht durch Verknöcherung des periartikulären Bindegewebes oder durch direkte Vereinigung der gegenüberliegenden Gelenkflächen. Eine innere Ankylosierung bildet sich, wenn Abbauerscheinungen am Gelenkknorpel im Vordergrund stehen und eine äußere Ankylosierung entsteht durch die Bildung von Knochenbrücken, wenn es zu Band-, Gelenkkapsel- und Periostverknöcherungen kommt. Oft laufen diese beiden Prozesse auch gemeinsam ab (DAHME und WEISS 2007). Die äußeren Konturen können bei totalem Verschwinden des Gelenkspaltes

erhalten bleiben oder sich bei einer manschettenartigen Fusion stark verändern (UELTSCI 2002).

Die Ankylose ist die Antwort auf eine fortschreitende Degeneration (Auer 2012). Die komplette Ankylosierung stellt ein Endstadium der Späterkrankung dar und kann auch bei nicht lahmen Pferden beobachtet werden (DIK und GUNSSER 2002).

Gelenkkapselveränderungen

Veränderungen im Bereich der Ansatzstelle der fibrösen Gelenkkapsel am Periost können zu Exostosen im Kapselansatzgebiet führen (MÜNZER und HARTUNG 1977).

Synovialgruben

Veränderungen der Synovialgruben sind Anzeichen einer degenerativen Gelenkerkrankung und sind vor allem durch sklerosierte Grubenränder gekennzeichnet (RÖTHLISBERGER und UELTSCHI 1989). Sie können am besten in der lateromedialen Projektion erkannt werden (UELTSCI 1993).

Tarsalkanal

Zu Veränderungen des Tarsalkanals zählen Randzacken, unscharfe Begrenzungen infolge einer Sklerose, Ankylose und Osteolyse. Solche Veränderungen werden bei 5,7% von veränderten Tarsalgelenken beobachtet (RÖTHLISBERGER und UELTSCHI 1989). Die komplette Auslöschung des Tarsalkanals durch Knochenproliferation ist klinisch signifikant und steht in Verbindung mit schwerem intraartikulären Schaden und periartikulärer Proliferation (SHELLEY und DYSON 1984).

Kollaps der Tarsalknochen

Der Kollaps der Tarsalknochen kann bei neonatalen und älteren Fohlen sowie jungen Adulten beobachtet werden. Die Knochen sehen auf den Röntgenbildern keilförmig aus und es kann zur Verschmälerung des Gelenkspaltes kommen (BUTLER et al. 2000). Junge Fohlen, die mit unvollständiger Ossifikation geboren wurden, neigen dazu, juvenilen Spat infolge einer kollapsbedingten Malformation der Tarsalknochen zu entwickeln (AUER 2012).

3.5 Radiologische Studien bezüglich degenerativer Veränderungen der kleinen Sprunggelenksabteilungen beim Pferd

MÜNZER et al. (1984) führten röntgenologische Untersuchungen der Sprunggelenke von 107 Pferden der Rassen Traber, Warmblut und Vollblut im Alter von drei Wochen bis 18 Monaten in der 45°- und der 90°-Projektion durch. Angaben zum klinischen Status fehlen in dieser Arbeit.

Als von der Norm abweichende Befunde deuteten die Autoren eindeutige Entrundungen der Gelenkränder, Aufhellungen in der Spongiosa im Sinne „osteoporotischer Herde“, sowie Haken- und Wulstbildung.

Sie kamen zu dem Ergebnis, dass insgesamt 52% der untersuchten Tiere Veränderungen in den straffen Sprunggelenksabteilungen hatten, wobei die Entrundungen der Gelenkränder mit 30% im Vordergrund standen. Die Hakenbildungen trugen mit 17% und die „osteoporotischen Herde“ mit 5% zu den Veränderungen bei.

Insbesondere die Aussagekraft der Befunde Entrundungen der Gelenkränder und Hakenbildung wurden von den Autoren im Hinblick auf die Diagnose „Spat“ kritisch beurteilt (MÜNZER et al.1984).

HARFST (1986) veröffentlichte eine Studie über 200 anamnestisch unauffällige Warmblüter, die zum Zeitpunkt der Erstuntersuchung dreijährig und seit einigen Monaten geritten waren und sowohl röntgenologisch als auch klinisch im Bereich der Vorder- und Hintergliedmaßen untersucht wurden. Angaben zum Geschlecht wurden in dieser Veröffentlichung nicht gemacht. Bei den Zweit- und Drittuntersuchungen, bei denen keine regelmäßigen Untersuchungsabstände eingehalten werden konnten und die im Mindestabstand von zwei Jahren durchgeführt wurden, wurden ausschließlich röntgenologische Untersuchungen durchgeführt. Es handelte sich um Pferde im Alter von fünf bis zehn Jahren.

Bei der Erstuntersuchung zeigten 18,5% der Pferde eine undeutliche bis mittelgradige Lahmheit. Von diesen Pferden wiesen 55% einen röntgenologischen Befund auf. Eine undeutliche bis mittelgradige positive Beugeprobe konnte bei der Erstuntersuchung bei 31% der untersuchten Pferde beobachtet werden, von welchen 49,6% röntgenologisch auffällige Befunde hatten.

Die Röntgenaufnahmen der Sprunggelenke erfolgten im plantarolateral-dorsomedialen Strahlengang (135°) und die Auswertung wurde vom Autor vorgenommen. Knochenzubildungen an den straffen Sprunggelenken wurden bei der Erstuntersuchung bei 13% der Warmblüter ermittelt, wobei keines dieser Pferde eine klinische Lahmheit zeigte. Bei 15,2% der Gliedmaßen mit röntgenologischen Befunden in den straffen Sprunggelenken wurde eine positive Beugeprobe beobachtet. Bei der Zweituntersuchung wurden 73 der 200 initial untersuchten Pferde geröntgt. Bei 15% der im Rahmen der Zweituntersuchung geröntgten Pferde wurden Knochenzubildungen gefunden. Die Drittuntersuchung konnte nur bei 17 der initial 200 untersuchten Pferden stattfinden. Knochenzubildungen wurden hier bei zwei Pferden gefunden. Bei allen Pferden, die eine Knochenzubildung aufwiesen und die nachuntersucht wurden, war der Befund unverändert zu erkennen. Bei fünf Pferden der Zweituntersuchung wurde der Befund „Knochenzubildung“ zum ersten Mal beobachtet.

HARFST (1986) folgerte aus seiner Arbeit, dass bei jungen Pferden häufig auftretende geringgradige Veränderungen, insbesondere kleine Randexostosen an den straffen Sprunggelenken, bei fehlenden klinischen Symptomen kein rasches Fortschreiten der Späterkrankung erwarten lassen.

HEINZ (1993) beobachtete in einer röntgenologischen Reihenuntersuchung im plantarolateral-dorsomedialen Strahlengang (135°) an den Zehen und Sprunggelenken von 220 Holsteiner Hengst- und Stutfohlen röntgenologische Befunde an den straffen Sprunggelenken bei 25,9% der Tiere, wobei 20,9% beidseits Veränderungen aufwiesen. Die Auswertung erfolgte vom Verfasser in zwei Durchgängen anhand des von ihm entwickelten Röntgenbefunderhebungsschlüssels, der im Sprunggelenk lediglich fünf röntgenologische Befunde differenzierte: Isolierte Verschattung und Konturveränderung im Talokruralgelenk,

Knochenzubildung im TMT, Knochenzubildung im DIT, Knochenzubildung im PIT und Strukturauflösung im Calcaneus.

Es wurden lediglich röntgenologische Befunde in Form von knöchernen Zubildungen im Bereich des TMT, DIT und PIT erhoben. Weitere Veränderungen wurden nicht beobachtet. Das TMT war am häufigsten betroffen, gefolgt vom DIT.

Eine erhöhte Belastung des Bewegungsapparates nach Beginn der Ausbildung konnte aufgrund des Alters der Tiere als Ursache der Veränderungen ausgeschlossen werden.

Bei 33% der Fohlen stellte HEINZ das gleichzeitige Vorliegen von Befunden in den straffen Sprunggelenken und einer OCD fest. Er kam damit zu ähnlichen Ergebnissen wie WATROUS (1991), der daraus einen ursächlichen Zusammenhang zwischen diesen beiden Krankheitsbildern ableitete. Ein solcher Zusammenhang konnte aber bislang nicht bestätigt werden und wird in der aktuellen Standardliteratur auch nicht angenommen (ROSS und DYSON 2003).

HEINZ (1993) unterstützte die Meinung von HARFST, hakenförmige Zubildungen als röntgenologischen Befund nicht überzubewerten.

THOMSEN (1995) führte eine röntgenologische Zweituntersuchung von 190 der 220 Holsteiner Jährlinge im Alter von 17 bis 23 Monaten durch, die bereits von HEINZ (1991) im Fohlenalter untersucht worden waren.

Von den Sprunggelenken der Pferde wurde je eine Aufnahme in der 135°-Projektion angefertigt. Die Auswertung erfolgte auf der Grundlage des Röntgenbefunderhebungsschlüssels nach HEINZ (1993) durch THOMSEN in drei Durchgängen.

THOMSEN beobachtete einen Anstieg der röntgenologischen Veränderungen in den straffen Sprunggelenken um 23 %. Die insgesamt 47,7% betroffenen Pferde zeigten knöcherne Zubildungen und verschwommene bis verengte Gelenkspalten. Am häufigsten betroffen war das Tarsometatarsalgelenk. Zystoide Defekte wurden nicht nachgewiesen.

13 Pferde, die in der Studie von HEINZ (1993) leichte Spatveränderungen zeigten, wiesen in der Studie von THOMSEN (1995) mittelgradige bis hochgradige Veränderungen auf.

Aufgrund des Fortschreitens der röntgenologischen Befunde schlussfolgerte der Autor, dass der Zeitraum vom Fohlenalter zum Jährling für die Ausbildung und das Fortschreiten bestimmter Merkmale einen wichtigen Abschnitt darstellt.

Außerdem verdeutlichten die Ergebnisse, dass recht häufig schon sehr junge, sich noch im Wachstum befindliche Pferde, röntgenologische Veränderungen aufweisen (THOMSEN 1995).

KIRCHNER (1996) führte bei 151 Pferden die röntgenologische Drittuntersuchung der von HEINZ (1993) und THOMSEN (1995) voruntersuchten Pferde in einem Alter von zwei Jahren durch. Die Sprunggelenke wurden ebenfalls in der 135°-Projektion geröntgt und anhand des Befundungsschemas nach HEINZ (1993) in drei Durchgängen ausgewertet.

Neben Knochenzubildungen und verengten Gelenkspalten wurden bei den Zweijährigen erstmals osteolytische Prozesse und hochgradige Deformierungen der Gelenkränder beobachtet. Insgesamt hatten 86% der Pferde röntgenologische Befunde in den straffen Sprunggelenksabteilungen und es kam zu einem prozentualen Anstieg von Pferden, die Befunde in mehreren Abteilungen hatten. Auch in diesem Alter war das TMT am häufigsten betroffenen.

In Übereinstimmung mit MERZ (1993) schlussfolgerte der Autor, dass röntgenologische Befunde in den distalen Tarsalgelenken trotz einer progressiven Tendenz ohne eine klinische Untersuchung nicht überbewertet werden sollten. Er empfahl jedoch sowohl Züchtern als auch Käufern aufgrund der hohen Prävalenz röntgenologischer Veränderungen bei jungen Pferden, eine radiologische Untersuchung durchführen zu lassen (KIRCHNER 1996).

MERZ (1993) untersuchte in einer röntgenologischen Reihenuntersuchung die Zehen und Sprunggelenke warmblütiger deutscher Auktionspferde. Die Auswertung

der Röntgenbilder im 0°-, 70°- und 110°-Strahlengang der drei bis acht Jahre alten Pferde erfolgte durch den Verfasser.

Er kam zu dem Ergebnis, dass 75,5% der Sprunggelenke der 1917 untersuchten Pferde röntgenologische Befunde an mindestens einem der straffen Sprunggelenke zeigten. Das TMT war bei 57,4%, das DIT bei 54,5% und das PIT bei 49,3% der Auktionspferde betroffen. Die hohen Prävalenzen ergaben sich aus der Klassifizierung der Veränderungen. Es wurden nicht nur röntgenologisch pathologische Befunde, sondern auch röntgenologisch verdächtige Befunde in die Untersuchungen einbezogen, um zu veranschaulichen, wie wenige Pferde dem anatomischen Idealbild entsprechen. Röntgenologisch pathologische Befunde wiesen 46,9% der Sprunggelenke auf, was in etwa dem Ergebnis von HARTUNG und MÜNZER (1978) entspricht, der bei 50% der Traber Abweichungen als Anzeichen von Spat wertete.

Außerdem ermittelte MERZ (1993) einen positiven Zusammenhang zwischen der Anzahl röntgenologischer Befunde und dem Alter des Pferdes.

MERZ (1993) schränkte die Aussagekraft der radiologischen Untersuchung ein und forderte, dass die klinische Untersuchung mehr in den Vordergrund gerückt und als diagnostisches Hilfsmittel angesehen werden sollte. Ein besonderes Augenmerk wurde auf die Differenzierung klinisch relevanter von unbedeutenden Veränderungen gelegt (DAHN und UELTSCHI 1989, MERZ 1993).

LEONHARDT (1996) untersuchte die Sprunggelenke von 2269 deutschen Auktionspferden im Alter von drei bis sieben Jahren. Es standen je Hintergliedmaße Aufnahmen aus zwei Projektionsebenen zur Verfügung, die sich jedoch in den verschiedenen Zuchtgebieten unterschieden (45°/115°, 70°/130° oder 0°/45°). Die Beurteilung erfolgte durch die Verfasserin in zwei Durchgängen auf der Grundlage des von HEINZ (1993) entwickelten Befunderhebungsschlüssels.

LEONHARDT (1996) bewertete auch undeutliche bis geringgradige Befunde, die jegliche Abweichungen des anatomischen Idealbildes beinhalteten und ermittelte insgesamt 95,8% röntgenologische Befunde an den straffen Sprunggelenken. Das TMT war mit einer Häufigkeit von 80,7% am häufigsten betroffen, gefolgt von dem

DIT mit 79,7% und dem PIT mit 45,5%. Gering- bis höchstgradige Veränderungen waren im TMT bei 34,2%, im DIT bei 22,5% und im PIT bei 13,4% zu beobachten.

Die Autorin bekräftigte die Aussage anderer Autoren, dass röntgenologische Veränderungen an den straffen Sprunggelenken bereits bei jungen Pferden häufig auftreten.

Laut LEONHARDT (1996) ließen die Ergebnisse der klinisch und röntgenologisch vorselektierten Auktionspferde außerdem den Schluss zu, dass eine direkte Relation der erhobenen Befunde zur Klinik unwahrscheinlich war. Sie stellte somit die Bedeutung der radiologischen Ankaufsuntersuchung für einen leistungsorientierten Pferdesport in Frage und forderte einen einheitlichen Beurteilungsmaßstab für die Befunderhebung bei Ankaufsuntersuchungen.

Die Autorin sah in der röntgenologischen Untersuchung eine momentane Befunderhebung, durch die der Gesundheitszustand des Pferdes und auch die Entwicklung und das Ausmaß der Veränderungen nicht beurteilt werden können. Somit sollte ihrer Meinung nach die exakte klinische Untersuchung für die Diagnose und Prognose von Gliedmaßenkrankungen in den Vordergrund rücken (LEONHARDT 1996).

In einer Veröffentlichung von KÄHLER (2001) wurden in einer röntgenologischen Reihenuntersuchung die Zehen und Sprunggelenke von 669 zweijährigen, klinisch unauffälligen Hannoveraner und Trakehner Hengstanwärtern untersucht.

Im Vorfeld der Körung wurden diese Hengste sowohl klinisch als auch röntgenologisch untersucht.

Von den Hannoveranern war von jeder Hintergliedmaße nur eine Aufnahme des Tarsus in der 90°- oder in der 135°-Projektion vorhanden. Von den Trakehner Hengsten wurden je Hintergliedmaße zwei Aufnahmen des Tarsus in der 90°- und in der 135°-Projektion angefertigt.

Die Beurteilung der Röntgenbilder erfolgte durch den Verfasser in zwei Durchgängen. Als Grundlage diente der Befunderhebungsschlüssel nach HEINZ (1993).

KAHLER (2001) ermittelte bei insgesamt 9,6% der Hengste röntgenologische Veränderungen in den straffen Sprunggelenksabteilungen. Die häufigsten Befunde wurden mit 6,5% im TMT ermittelt. Seltener betroffen waren das DIT mit 2,5% und das PIT mit 0,6%. Auch im Bereich der Zehengelenke fand die Autorin regelmässig radiologische Veränderungen.

Diese Ergebnisse an vorselektierten und klinisch gesunden jungen Sportpferden veranlassten KAHLER (2001) zu der Aussage, dass ein röntgenologisch-anatomisches Idealbild kaum erreicht werden kann und eine Abweichung von diesem Idealzustand beim gesunden Pferd häufig vorkommt.

Somit durfte nach KAHLER (2001) die Aussagekraft einer ausschließlich röntgenologischen Untersuchung nicht überbewertet werden. Sie sei dennoch Züchtern und auch potentiellen Käufern zu empfehlen, um eventuell notwendige Behandlungen frühzeitig durchführen zu können (KAHLER 2001).

BACH (2008) berichtete über die Häufigkeit und Entwicklung röntgenologischer Befunde am Tarsus des Pferdes. Er untersuchte in einer klinischen und röntgenologischen Verlaufsuntersuchung die Daten von drei- bis fünfjährigen Auktionspferden der Zuchtgebiete Westfalen und Rheinland in Anlehnung an den Röntgenleitfaden mit dem Ziel, erhobene röntgenologische Befunde bei jungen Reitpferden prognostisch besser einschätzen zu können.

Die Befunde von 139 zur Auktion zugelassenen und nicht zugelassenen Pferden flossen in diese Studie ein. Bei den untersuchten Pferden handelte es sich um 77 Wallache, 52 Stuten und 10 Hengste. Die sowohl klinische als auch röntgenologische Verlaufsuntersuchung fand in einem zeitlichen Abstand von einem halben bis sechs Jahren statt.

Von jedem Sprunggelenk wurden Aufnahmen in der 70°- und in der 110°-Projektion angefertigt. Die Auswertung erfolgte durch den Autor in Anlehnung an den Röntgenleitfaden 2007 in zwei Durchgängen.

Untersucht wurde unter anderem wie viele Pferde die Röntgenklasse wechselten, um eine Hilfestellung zur oft gefragten prognostischen Einschätzung geben zu können.

BACH (2008) kam zu dem Ergebnis, dass 85,6% der Pferde die Röntgenklasse behielten, während es bei 9% zu einer Verschlechterung und bei 5,4% zu einer Verbesserung der Röntgenklasse kam.

Der Autor stellte fest, dass Befunde wie Randexostosen am Os Mt3, Osteophyten und Strukturauflösungen im Vergleich zwischen Erst- und Verlaufsuntersuchung prozentual anstiegen, jedoch verschmälerte Gelenkspalten prozentual abnahmen. In Übereinstimmung mit anderen Autoren (HARFST 1986, KÄHLER 2001, KIRCHNER 1996, LEONHARDT 1996, MERZ 1993) kritisierte BACH (2008) die alleinige röntgenologische Untersuchung und wies auf die Differenzierung klinisch relevanter und unbedenklicher Befunde hin.

Nach der Meinung des Autors sollten kleine Randexostosen am Os Mt3 nicht als Hinweis auf eine klinisch manifeste Späterkrankung gewertet werden, denn auch laut Röntgenleitfaden 2007 seien diese Befunde der Kategorie II zuzuordnen und werden somit als Normalzustand definiert.

BACH (2008) zog aus den Ergebnissen der röntgenologischen und klinischen Untersuchung die Schlussfolgerung, dass kein offensichtlicher Zusammenhang zwischen der Kategorisierung nach dem RÖLF07 und der klinischen Relevanz der Befunde bestand. Die Röntgenuntersuchung sollte laut Bach somit lediglich ein diagnostisches Hilfsmittel, einen „Baustein im Gesamtbild“, darstellen (BACH 2008).

BYAM-COOK et al. (2009) stellten sich die Frage, ob der Schweregrad der röntgenologischen Befunde und der Erfolg einer Behandlung bei Pferden mit Osteoarthritis in den straffen Sprunggelenken in einem Zusammenhang mit dem Grad der Lahmheit und dem Ansprechen auf eine intraartikuläre Anästhesie steht.

Dazu untersuchten sie Pferde mit Hinterhandlahmheit und positiver intraartikulärer Anästhesie der straffen Tarsalgelenke und beurteilten den Grad der Lahmheit, das Ansprechen auf Beugeproben und Gelenksanästhesien, die röntgenologischen Befunde und Details über die Behandlung.

Die Befundung der Röntgenbilder von 91 Stuten und Wallachen im Alter von zwei bis siebzehn Jahren erfolgte durch zwei erfahrene Kliniker, unabhängig voneinander,

anhand von vier Projektionsebenen: der lateromedialen, dorsoplantaren, dorsolatero-plantaromedialen und dorsomedio-plantarolateralen Projektionsrichtung.

Die röntgenologischen Veränderungen in den straffen Sprunggelenken wurden bei 69% der Pferde als geringgradig, bei 27% als mittelgradig und bei 3% als hochgradig eingestuft.

Von den 91 untersuchten Pferden zeigten 67% eine unilaterale und 33% eine bilaterale Lahmheit. Eine positive Beugeprobe konnte bei 91% beobachtet werden. Bei 81% wurde eine Verbesserung der Lahmheit nach einer intraartikulären Anästhesie des DIT bzw. TMT festgestellt.

Die Autoren kamen zu dem Ergebnis, dass keine signifikante Korrelation zwischen positiver Gelenksanästhesie und der Dauer und dem Grad der Lahmheit sowie dem Schweregrad der röntgenologischen Befunde besteht. Auch eine Beziehung zwischen positiver Beugeprobe und positiver intraartikulärer Anästhesie sowie Behandlung konnte nicht festgestellt werden.

Der Behandlungserfolg zeigte jedoch eine signifikante Assoziation zum Schweregrad der röntgenologischen Befunde im TMT. Ein guter Erfolg konnte bei weniger schweren Befunden beobachtet werden.

Es gab keinen Unterschied im Behandlungserfolg zwischen den verschiedenen intraartikulären Medikationen von Methylprednisolon, Methylprednisolonacetat und Triamcinolon.

BYAM-COOK et al. sahen in der intraartikulären Gelenksanästhesie den Goldstandard für die Diagnose einer Osteoarthritis der straffen Tarsalgelenke (BYAM-COOK et al. 2009).

In einer aktuellen Studie untersuchte SCHUBERT (2010) das röntgenologische Auftreten und die klinische Bedeutung von Randexostosen im proximalen Bereich des Os Mt3 bei 2190 Pferden im Alter von 2 Wochen bis 35 Jahren. Diese Pferde waren überwiegend Warmblüter sowie Traber und Kleinpferde und sowohl von männlichem als auch von weiblichem Geschlecht. Der Grund für die Vorstellung in der Klinik für Pferde der Freien Universität Berlin war entweder eine Lahmheit oder

eine Kaufuntersuchung, wobei die Lahmheitsuntersuchung mit 79,6% den größten Teil der Fälle ausmachte. 43,7% der röntgenologisch untersuchten Pferde waren lahm im Bereich der Hintergliedmaße.

Ausgewertet wurden lediglich knöcherne Zubildungen am Os Mt3 in der 90°-Projektion, die in ihrer gesamten Länge ausgemessen wurden. Die Beurteilung erfolgte durch den Verfasser der Arbeit in zwei Durchgängen. Verlaufskontrollen wurden nicht durchgeführt.

SCHUBERT (2010) kam zu dem Ergebnis, dass bei 17,7% der Pferde Randexostosen auftraten, wobei es zu einer Häufung der Randexostosen mit einer Länge von zwei bis fünf Millimetern kam. Das einseitige Auftreten der Randexostosen an der linken und rechten Gliedmaße war dabei annähernd gleich. 50,1% der Pferde mit Randexostosen zeigten eine Lahmheit. Dieses häufige Auftreten einer Lahmheit konnte jedoch nicht sicher auf eine Erkrankung der straffen Sprunggelenke zurückgeführt werden, da keine diagnostischen Anästhesien des Tarsometatarsalgelenks durchgeführt wurden. Außerdem konnte ein relativ großer Anteil an lahmen Pferden ohne Randexostosen (33,6%) einem bedeutend geringeren Anteil von lahmen Pferden mit Randexostosen (8,4%) gegenübergestellt werden. Nur etwa ein Fünftel (19,2%) aller lahmen Pferde wies auch eine Randexostose auf.

Es wurde ein Geschlechtsverhältnis der Randexostosen von männlichen zu weiblichen Tieren von 2,3:1 festgestellt.

SCHUBERT (2010) bekräftigte, die 90°-Projektion sei für die Darstellung von Randexostosen am Os Mt3 am besten geeignet. Sie bestätigte, dass zwei verschiedene Projektionsebenen zwar eine höhere röntgenologische Aussagekraft haben, dennoch solle zugunsten von Schrägaufnahmen nicht auf die lateromediale Projektion zur optimalen Darstellung der Randexostosen am Os Mt3 verzichtet werden (SCHUBERT 2010).

Auch FAIRBURN et al. (2010) veröffentlichten eine Studie über die klinische Signifikanz von knöchernen Ausziehungen am Os Mt3.

Sie seziierten Sprunggelenke von Kadavern zur Identifikation der Ansatzstellen von M. tibialis cranialis, M. fibularis tertius und Lig. tarsi dorsale, um festzustellen, ob periartikuläre Osteophyten und Entesophyten radiologisch differenziert werden können.

Außerdem wurden retrospektiv die klinischen und radiologischen Untersuchungen von 455 Pferden des Animal Health Trust ausgewertet, von denen Röntgenbilder der Tarsalgelenke vorhanden waren. Alter und Geschlecht der Tiere waren gemischt. Diese Patienten wurden in fünf Gruppen eingeteilt: Gruppe 1: klinisch unauffällig, Gruppe 2 – 5: Lahmheit im Bereich der Hintergliedmaße.

Die Röntgenaufnahmen standen aus vier Projektionsebenen zur Verfügung: lateromediale, dorsolateral-plantaromediale, plantarolateral-dorsomediale und dorsoplantare Aufnahmerichtung.

Die Röntgenbilder wurden von einem geschulten Fachmann auf das Vorhandensein von knöchernen Ausziehungen am Os Mt3 und anderen dem Krankheitsbild „Spat“ zuzuordnenden Veränderungen untersucht.

FAIRBURN et al. kamen zu dem Ergebnis, dass 25% der untersuchten Pferde eine Ausziehung am Os Mt3 aufwiesen. Bei 65% der betroffenen Tarsi waren diese Ausziehungen lediglich in der lateromedialen Projektionsrichtung sichtbar und wurden dorsal oder dorsolateral gefunden.

28% der Ausziehungen hatten die gleiche Dichte wie der dorsale Kortex des Os Mt3, 34% waren weniger dicht, 22% hatten eine weniger röntgendichte Spitze und 16% waren von unterschiedlicher Dichte. Ein glatter Rand der Ausziehung wurde bei 62% und ein rauher Rand bei 38% der betroffenen Röntgenbilder beobachtet.

Röntgenologische Veränderungen in den straffen Sprunggelenksabteilungen wurden bei insgesamt 51% der untersuchten Sprunggelenke gefunden, wobei das DIT häufiger und schwerer betroffen war als das TMT. Die Ausziehung am Os Mt3 wurde bei 17% der untersuchten Sprunggelenke ohne weitere Veränderungen und bei 26% mit zusätzlichen Veränderungen in DIT und/oder TMT beobachtet.

Es gab keinen signifikanten Unterschied in der Frequenz des Auftretens der Ausziehungen bei lahmen und lahmheitsfreien Pferden. Eine signifikante Assoziation

gab es jedoch zwischen dem Auftreten einer Ausziehung und dem Grad der röntgenologischen Veränderungen in den straffen Sprunggelenken.

Bei den meisten Pferden konnte nicht zwischen Osteophyt und Entesophyt unterschieden werden.

FAIRBURN et al. stellten fest, dass Ausziehungen am Os Mt3 häufiger bei adulten Pferden vorkommen und wahrscheinlich das Ergebnis zunehmender Belastung mit dem Alter sind. Außerdem beobachteten sie das Auftreten von Ausziehungen mit unregelmäßiger Dichte und somit Knochenaktivität vor allem bei schwerer veränderten Sprunggelenken (FAIRBURN et al. 2010). Es wurde geschlussfolgert, dass eine solche Ausziehung einen unbedeutenden Zufallsbefund darstellen kann.

EKSELL et al. (1998) untersuchten in Schweden die Prävalenz und die Risikofaktoren von Knochenspat bei 379 Isländern im Alter von ein bis neunzehn Jahren.

Die Autoren beobachteten bei insgesamt 23% der Pferde röntgenologische Veränderungen in den straffen Sprunggelenken, von denen 53% beidseitige Veränderungen aufwiesen. Pferde unter fünf Jahren wiesen keine Veränderungen auf. Ein deutlicher Anstieg röntgenologischer Befunde wurde in einem Alter zwischen fünf und acht Jahren beobachtet. Dies war der Zeitraum, in dem die Isländer eingeritten werden.

Außerdem stellten die Autoren einen Zusammenhang zwischen den röntgenologischen Veränderungen in den straffen Sprunggelenken und einer Sichel-Stellung des Tarsus fest, die sie auf genetische Faktoren zurückführten (EKSELL et al. 1998).

BJÖRNSDOTTIR et al.(2000) untersuchten 614 Isländer im Alter von sechs bis zwölf Jahren in Bezug auf degenerative Veränderungen in den straffen Sprunggelenken. Die Pferde wurden sowohl röntgenologisch als auch klinisch untersucht.

Röntgenologische Befunde wurden bei 30,3% der Isländer ermittelt. In Kombination traten röntgenologische Befunde und Lahmheit bei 16,4% auf, während 50% der

Pferde mit röntgenologischen Veränderungen lahmheitsfrei waren. Pferde mit röntgenologischen Veränderungen zeigten ein fünf-fach erhöhtes Risiko einer Lahmheit und ein vier-fach erhöhtes Risiko einer positiven Beugeprobe.

Die Prävalenz der röntgenologischen Veränderungen korrelierte stark mit dem Alter und stieg von 18,4% bei sechsjährigen auf 54,2% bei zwölfjährigen Isländern.

Die Autoren kamen zu dem Schluss, dass Isländer eine Rassedisposition für degenerative Veränderungen in den straffen Sprunggelenksabteilungen zeigten. Die röntgenologischen Befunde wurden in 82% der Fälle als mittelgradig oder hochgradig eingestuft, die Lahmheiten jedoch als geringgradig.

Außerdem stellten die Autoren fest, dass Pferde mit Veränderungen in beiden Sprunggelenken signifikant älter waren als Pferde mit Veränderungen in nur einem Gelenk (BJÖRNSDOTTIR et al. 2000).

4 Material und Methoden

4.1 Studiendesign und Pferdmaterial

Im ersten Teil dieser Studie wurde die Prävalenz degenerativer Veränderungen in den straffen Sprunggelenken untersucht. Hierzu wurden alle im Jahr 2012 in der Tierärztlichen Klinik Domäne Karthaus in Dülmen angefertigten Tarsalröntgenstudien von zweijährigen, klinisch gesunden und untrainierten Warmbluthengsten verwendet. Es handelte sich dabei um 1168 Bilder von 292 Hengsten und somit 584 Gliedmaßen.

Diese Studien wurden im Rahmen einer Ankaufsuntersuchung, einer Kör- oder Auktionsuntersuchung oder im Auftrag des Züchters vor der Körvorbereitung angefertigt. Die Haltung dieser Hengste erfolgte in Gruppenhaltung auf der Sommerweide und im Winter in Laufställen.

Im zweiten Teil der Studie wurde die Dynamik dieser degenerativen Veränderungen untersucht. Hierzu wurden die Röntgenbilder der oben genannten Pferde, die bei der Initialuntersuchung degenerative Veränderungen in den straffen Sprunggelenken aufwiesen und von denen Kontrollaufnahmen in einem Zeitraum von fünf bis sechzehn Monaten vorhanden waren, evaluiert und mit denen der Initialuntersuchung verglichen. Zusätzlich wurden Röntgenbilder der Initial- und Kontrolluntersuchung von zweijährigen Warmbluthengsten aus den Jahren 2007 bis 2011, die in dem oben genannten Intervall angefertigt wurden und die in den Initialbildern ebenfalls degenerative Veränderungen aufwiesen, in unsere Untersuchung aufgenommen. Insgesamt wurden für die Evaluierung der Dynamik 494 Röntgenbilder von 77 Pferden und 153 Gliedmaßen ausgewertet.

4.2 Röntgenbildmaterial

Die vorhandenen Röntgenstudien umfassten jeweils Aufnahmen beider Sprunggelenke in den folgenden Projektionsebenen:

- a) dorsolateral-plantaromedialer Strahlengang (70°)
- b) dorsomedial-plantarolateraler Strahlengang (110°)

Im Rahmen der Kontrolluntersuchung der Pferde, die 2012 initial geröntgt wurden, wurden zusätzlich Aufnahmen aus folgenden Projektionsebenen angefertigt:

- c) dorso-plantarer Strahlengang (0°)
- d) latero-medialer Strahlengang (90°)

Die Aufnahmen im latero-medialen Strahlengang (90°) und im dorso-plantaren Strahlengang (0°) wurden bei der allgemeinen Befunderhebung nicht berücksichtigt. Es erfolgte lediglich ein Vermerk, falls auf diesen Aufnahmen Veränderungen ermittelt wurden, die im 70°- und 110°-Strahlengang nicht beobachtet wurden.

Die Auswertung beschränkte sich auf degenerative Veränderungen im proximalen Intertarsalgelenk, distalen Intertarsalgelenk und dem Tarsometatarsalgelenk. Zusätzlich auftretende Veränderungen wie das Vorkommen von Osteochondrose oder knöchernen Fragmenten wurden im Rahmen dieser Arbeit lediglich als zusätzliche Befunde notiert.

4.2.1. Technische Ausrüstung

Die Röntgenbilder wurden mit dem Röntgensystem UNOEQ Cuattro easyIMAGE XDR2-K von Samsung und mit Hilfe des Röntgengerätes Gamma Light 100/20 AD von Physia angefertigt.

Die Röntgenbilder der Sprunggelenke wurden mit den Einstellungen 76 kV und 1,6 mAS angefertigt. Der Zentralstrahl war stets auf das Tarsometatarsalgelenk gerichtet. Der Film-Fokus-Abstand betrug 100 cm. Bei der Anfertigung der röntgenologischen Aufnahmen wurden das Strahlenschutzequipment der

Tierärztlichen Klinik Domäne Karthaus und die empfohlenen Strahlenschutztechniken nach SCHEBITZ und WILKENS (2008) angewandt.

Da die Untersuchung ausschließlich bei sehr jungen Pferden durchgeführt wurde, musste bei den meisten Hengsten eine Nasenbremse angelegt oder eine Sedation durchgeführt werden. Die Sedation erfolgte durch eine intravenöse Injektion von Detomidin in einer Dosierung von 0,01 mg/kg.

Die Röntgenbilder wurden digital entwickelt und im DICOM3-Standard gespeichert und verwaltet.

4.3 Röntgenbefundung

Die Beurteilung erfolgte durch ein Expertenteam an drei aufeinander folgenden Tagen auf der Grundlage einer Individual- und einer Konsensusevaluation. Das Experten-Team bestand aus einem board-zertifizierten Chirurgen des European College of Veterinary Surgeons¹ (ECVS), einer board-zertifizierten Radiologin des European College of Veterinary Diagnostic Imaging² (ECVDI) und einem Fachtierarzt für Pferde und Fachtierarzt für Chirurgie und Orthopädie der Pferde³.

Jeder Untersucher bewertete die röntgenologischen Aufnahmen anhand eines Beurteilungsschemas (Anlage 1 und 2) individuell und anonym. Über den Konsensus entschied in der anschließenden Besprechung der Befunde die Übereinstimmung der Meinungen der drei Experten bzw. die geringere Ausprägung eines Befundes. Das bedeutet zum Beispiel, dass ein Befund in der Konsensusbewertung als geringgradig eingestuft wurde, wenn zwei der Experten den Befund als mittelgradig und nur einer als geringgradig evaluierten.

In die Berechnung der Statistik flossen allein die Daten des Konsensus ein. Die Übereinstimmung zwischen den Experten wurde durch Berechnung der Interrater-Reliabilität für die bedeutendsten Befunde ermittelt.

Die Auswertung der Röntgenaufnahmen wurde dabei randomisiert und verblindet durchgeführt.

Die Betrachtung der Bilder erfolgte an zwei nebeneinander ausgerichteten Bildschirmen, um die Aufnahmen im dorsolateral-plantaromedialen und dorsomedial-plantarolateralen Strahlengang bildlich gegenüberzustellen. Dadurch konnte die Klassifizierung, unabhängig von der Projektion, nach der deutlichsten Ausprägung des jeweiligen Befundes erfolgen. Ebenso wurden auffällige Befunde von Initial- und Kontroll-Untersuchung im Vergleich bildlich gegenübergestellt.

4.3.1 Beurteilungsschema

Es wurden insgesamt 48 Beurteilungskriterien erhoben:

- Gesamtbeurteilung: mit oder ohne Befund
- Verschmälerter Gelenkspalt (Graduierung 1 – 3)
 - im distalen Intertarsalgelenk
 - im Tarsometatarsalgelenk
- Ausziehung Os metatarsale III nach Größe, Dichte und Kontur
- Osteophytenbildung dorsal, dorsolateral oder dorsomedial jeweils nach Größe, Dichte und Kontur
 - Os tarsi centrale zum distalen Intertarsalgelenk
 - Os tarsi centrale mittig
 - Os tarsale III zum distalen Intertarsalgelenk
 - Os tarsale III zum Tarsometatarsalgelenk
 - Os tarsale III mittig
- Sklerose (Graduierung 0 – 3)
 - Os tarsi centrale
 - Os tarsale III
 - Os tarsale II und/oder IV

- Deformation (Graduierung 0 – 3)
 - Os tarsi centrale
 - Os tarsale III
- Areal verminderter subchondraler Röntgendichte jeweils nach Größe und Dichte
 - dorsal im Os tarsi centrale zum distalen Intertarsalgelenk
 - zentral im OS tarsi centrale zum distalen Intertarsalgelenk
 - dorsal im Os tarsale III zum distalen Intertarsalgelenk
 - dorsal im Os tarsale III zum Tarsometatarsalgelenk
 - zentral im Os tarsale III zum distalen Intertarsalgelenk
 - zentral im Os tarsale III zum Tarsometatarsalgelenk
 - zentral im Os tarsale II und/oder IV
- Sonstige Befunde (Schrägaufnahmen)
- OCD im Talocruralgelenk
 - vorhanden/ nicht vorhanden
 - wo
- Weitere Befunde 0°-Aufnahme
 - vorhanden/ nicht vorhanden
 - was
- Weitere Befunde 90°-Aufnahme
 - vorhanden/ nicht vorhanden
 - was
- Gesamtscore nach Branch (Graduierung 0 – 3)

Die Beurteilung nach Größe und Dichte wurde anhand einer Graduierung von 0 bis 3 bewertet, die Beurteilung nach der Kontur wurde als glatt oder rau bewertet. Bei beidseits betroffenen Pferden ergab der höhergradige Befund die Schweregraduierung.

Zu dem Sammelbefund „degenerativer Befund im DIT u/o TMT“ wurden die Einzelbefunde „Verschmälerung des Gelenkspaltes“, „dorsaler Osteophyt“, „Sklerose“, „Deformation“ und „Areal verminderter Röntgendichte“ zusammengefasst. Der Befund „Ausziehung am Os Mt3“ zählte nicht zu diesem Sammelbefund.

Die Befunde „Areal verminderter Röntgendichte dorsoproximal am Os Mt3“ und „Exostose dorsoproximal am Os Mt3“ zählten zu dem Sammelbefund „sonstige Befunde“. Die Exostose am Os Mt3 war abzugrenzen von der Ausziehung am Os Mt3. Während sich die Ausziehung direkt am dorsoproximalen Gelenrand befand, lag die Exostose etwas weiter distal des Gelenkrandes.

Der Gesamtscore nach Branch (2007) wurde folgendermaßen definiert:

Radiologische Klassifikationskriterien:

- geringgradig = 1
 - kleine Osteophyten
 - leichte Verschmälerung des Gelenkspaltes
 - leichte fokale Strukturauflösung
 - leichte Verschattung dorsal im Os tarsi centrale oder Os tarsale III mit erhaltener Trabekelstruktur
- mittelgradig = 2: Kombination von drei der folgenden Befunde:
 - ggr. oder mgr. Osteophytenbildung oder Knochenneubau am dorsalen Kapselansatz

- ggr. oder mgr. fokale subchondrale Strukturauflösung
- Verschmälerung des Gelenkspaltes
- leichte Verschattung dorsal im Os tarsi centrale oder Os tarsale III mit erhaltener Trabekelstruktur
- hochgradig = 3: Verlust des Gelenkspaltes plus einer der folgenden Befunde:
 - ggr., mgr. oder hgr. Osteophytenbildung oder Knochenneubau am dorsalen Kapselansatz
 - mgr. oder hgr. Veränderungen der Gelenkränder
 - mgr. oder hgr. fokale subchondrale Strukturauflösung
 - ggr., mgr. oder hgr. Verschattung dorsal im Os tarsi central oder Os tarsale III

Bei der Bewertung der Kontrollröntgenbilder wurde unter Berücksichtigung des Intervalls zwischen den Initial- und den Kontrollaufnahmen beurteilt, ob der entsprechende Befund stationär, regressiv oder progressiv war.

Stationär bedeutete, dass der Befund sowohl in seiner Größe, als auch in Dichte und Kontur gleich blieb. Wurde eine Veränderung als progressiv bewertet, bedeutete das eine Zunahme der Größe oder eine zunehmend raue Kontur. Bezüglich der Struktur bedeutete bei den Osteophyten und der Ausziehung am Os Mt3 eine Progression eine Erhöhung der Röntgendichte, während ein progressives Areal verminderter Röntgendichte strukturell durch eine Erniedrigung der Röntgendichte gekennzeichnet war. Eine regressiv Veränderung war charakterisiert durch eine Abnahme der Größe oder eine weniger raue Kontur. Bei Osteophyten und der Ausziehung am Os Mt3 bedeutete eine regressiv Dynamik bezüglich der Struktur eine Abnahme der Röntgendichte, bei einem Areal verminderter Röntgendichte dagegen eine Erhöhung der Röntgendichte.

Der Sammelbefund „dorsaler Osteophyten DIT u/o TMT insgesamt“ wurde als regressiv bzw. progressiv beurteilt, sobald die Größe u/o die Dichte als regressiv

bzw. progressiv eingestuft wurde. Allein eine Regression oder Progression der Kontur wurde hier nicht berücksichtigt.

Der Sammelbefund „Areal reduzierter Röntgendichte Os TC u/o Os T3 insgesamt“ wurde als regressiv definiert, wenn die Größe regressiv bzw. der Dichteunterschied zum umgebenden Knochen abnahm. Wurde jedoch die Größe als progressiv und die Dichte als regressiv beurteilt, so wurde der Sammelbefund insgesamt als progressiv eingestuft.

4.4 Datenauswertung und Statistische Analyse

Für die Durchführung der statistischen Berechnungen zur Ermittlung der Konfidenzintervalle und Kappawerte wurde das Programm IBM SPSS Statistics 20 eingesetzt.

¹ Dr. vet. med. Jan Kümmerle

² Dr. vet. med. Karolin Kühn

³ Dr. vet. med. Victor Baltus

5 Resultate

5.1 Prävalenz degenerativer Veränderungen der straffen Sprunggelenke

Die Bestimmung der Prävalenz der degenerativen Veränderungen in den straffen Sprunggelenken der 2012 geröntgten zweijährigen Warmbluthengste wurde anhand von 1168 Röntgenbildern von 292 Hengsten und 584 Gliedmaßen bestimmt. Die Prävalenzen der unterschiedlichen Veränderungen sind bzgl. Gliedmaße und Pferd in Tabelle 1 dargestellt. Die Anzahl und der Anteil der Veränderungen sind inklusive des 95% Konfidenzintervalles bzgl. der Gliedmaßen in Tabelle 2 und bzgl. der Pferde in Tabelle 3 dargestellt. Tabelle 3 enthält zusätzlich eine Übersicht über die bilateral betroffenen Pferde.

Tab. 1: Prävalenzen der unterschiedlichen Veränderungen bzgl. Gliedmaße und Pferd

	Anteil betroffener Gliedmaßen in %	Anteil betroffener Pferde in %
mit Befund	25,3	34,2
degenerativer Befund im DIT	7,2	12
degenerativer Befund im TMT	6,5	9,9
Verschmälerung Gelenkspalt DIT	0,2	0,3
Verschmälerung Gelenkspalt TMT	0,2	0,3
Ausziehung Os Mt3	19	27,4
Osteophyt DIT u/o TMT	9,6	15,4
Osteophyt DIT	6,3	10,6
Osteophyt TMT	4,3	6,5
Sklerose	0,3	0,7
Sklerose DIT	0,3	0,7
Sklerose TMT	0	0
Deformation	0	0
Areal reduzierter Dichte TC u/o T3	3,6	6,5
Areal reduzierter Dichte DIT	2,2	4,5
Areal reduzierter Dichte TMT	2,6	4,8
Areal reduzierter Dichte d.prox Os Mt3	1	2
Exostose d.prox. Os Mt 3	0,5	1
OCD Tibiotarsalgelenk	8,2	11,6
Branch Score	14,4	22,6

Tab. 2: Prävalenzen der unterschiedlichen Veränderungen bzgl. Gliedmaße aus Gesamt-n = 584 inkl. 95% Konfidenzintervall

	Anzahl betr. Gldm in n	Anteil betr. Gldm in %	[95% C.I.]
mit Befund	148	25,3	21,9 - 29,1
degenerativer Befund im DIT	42	7,2	5,2 - 9,6
degenerativer Befund im TMT	38	6,5	4,6 - 8,8
Verschmälerung Gelenkspalt DIT	1	0,2	0,004 - 0,95
Verschmälerung Gelenkspalt TMT	1	0,2	0,004 - 0,95
Ausziehung Os Mt3	111	19	15,9 - 22,4
Osteophyt DIT	37	6,3	2,8 - 6,2
Osteophyt TMT	25	4,3	2,8 - 6,3
Sklerose DIT	2	0,3	0,04 - 1,2
Sklerose TMT	0	0	0,0 - 0,6
Deformation	0	0	0,0 - 0,6
Areal reduzierter Dichte DIT	13	2,2	1,2 - 3,8
Areal reduzierter Dichte TMT	15	2,6	1,4 - 4,2
Areal reduzierter Dichte d.prox Os Mt3	6	1	0,38 - 2,22
Exostose d.prox. Os Mt 3	3	1	0,11 - 1,49
Branch Score	84	14,4	11,6 - 17,5

Tab. 3: Prävalenzen der unterschiedlichen Veränderungen bzgl. Pferd aus Gesamt-n = 292 inkl. 95% Konfidenzintervall

	Anzahl betr. Pferde in n	Anteil betr. Pferde in %	[95% C.I.]	Relation unilat. zu bilat. Betr. Pfd in %
mit Befund	100	34,2	28,9 - 40,0	52 : 48
degenerativer Befund im DIT	35	12	8,5 - 16,3	80 : 20
degenerativer Befund im TMT	29	9,9	6,8 - 14,0	69 : 31
Verschmälerung Gelenkspalt DIT	1	0,3	0,009 - 1,9	100: 0
Verschmälerung Gelenkspalt TMT	1	0,3	0,009 - 1,9	100: 0
Ausziehung Os Mt3	80	27,4	22,3 - 32,9	61,25 : 38,75
Osteophyt DIT	31	10,6	7,3 - 14,7	80,6 : 19,4
Osteophyt TMT	19	6,5	4,0 - 10,0	68,4 : 31,6
Sklerose DIT	2	0,7	0,08 - 2,5	100 : 0
Sklerose TMT	0	0	0,0 - 1,3	0 : 0
Deformation	0	0	0,0 - 1,3	0 : 0
Areal reduzierter Dichte DIT	13	4,5	2,4 - 7,5	100 : 0
Areal reduzierter Dichte TMT	14	4,8	2,6 - 7,9	92,9 : 7,1
Areal reduzierter Dichte d.prox Os Mt3	6	2,1	0,76 - 4,42	100: 0
Exostose d.prox. Os Mt 3	3	1	0,21 - 2,97	100: 0
Branch Score	66	22,6	17,9 - 27,8	72,7 : 27,3

Röntgenologische Befunde konnten insgesamt bei 25,3% der untersuchten Gliedmaßen und 34,2% der untersuchten Pferde erhoben werden. Bei 14,4 % der untersuchten Gliedmaßen und 22,6% der Pferde ergaben die erhobenen Befunde nach der Gesamtgraduierung nach Branch die radiologische Diagnose einer degenerativen Gelenkerkrankung der straffen Sprunggelenksetagen (BRANCH 2007). Hierbei wurden bei 21,6% der Pferde Veränderungen im Grad 1 und bei 1% der Tiere Veränderungen im Grad 2 nach Branch festgestellt (Abb.1). Unter den Pferden mit radiologischen Befunden waren 27,3% bilateral betroffen.

Mit 7,2% der Gliedmaßen und 12% der Pferde war das DIT am häufigsten betroffen, während im TMT bei 6,5% der Gliedmaßen und 9,9% der Pferde degenerative röntgenologische Veränderungen gefunden wurden (Abb. 2).

Die Veränderung mit der höchsten Prävalenz war die Ausziehung am Os Mt3, welche bei 19% der Gliedmaßen und 27,4% der Pferde gefunden wurde. Bei 20,5% der Pferde wurde diese Ausziehung dem Grad 1 zugeordnet, bei 5,5% dem Grad 2 und bei 1,4% dem Grad 3 (Abb. 3). Von den betroffenen Pferden wurde diese Veränderung bei 48% bilateral beobachtet.

Osteophyten in DIT und/oder TMT wurden bei 9,6% der Gliedmaßen und 15,4% der Pferde gefunden. 11,6% der Pferde hatten Osteophyten vom Grad 1 und 3,8% der Pferde vom Grad 2 (Abb. 4). Von den betroffenen Pferden hatten 24,4% den Befund „Osteophyt“ bilateral. Im DIT wurde bei 6,3% der Gliedmaßen und 10,6% der Pferde Osteophyten gefunden, während sich die Prozentzahlen des TMT auf 4,3% bzw. 6,5% belaufen.

Bei 3,6% der untersuchten Gliedmaßen und 6,5% der untersuchten Pferde konnten Areale verminderter Röntgendichte im Os TC und/oder Os T3 gefunden werden. Die Zuordnung zum Grad 1 erfolgte bei 5,5% der Pferde, die Zuordnung zum Grad 2 bei 1% (Abb. 5). 10,5% der betroffenen Pferde zeigten diese Veränderung beidseits. Die Areale verminderter Röntgendichte kamen im TMT mit 2,6% der Gliedmaßen und 4,8% der Pferde etwas häufiger vor als im DIT, in dem 2,2% bzw. 4,5% diese Veränderung zeigten.

Eine Verschmälerung des Gelenkspaltes konnte sowohl im DIT als auch im TMT bei 0,2% der untersuchten Gliedmaßen und 0,3% der untersuchten Pferde festgestellt werden. Keines der betroffenen Pferde zeigte diese Veränderung bilateral.

Eine Sklerose im DIT wurde bei 0,3% der Gliedmaßen und 0,7% der Pferde gefunden, wobei diese Veränderung bei keinem der Pferde beidseits entdeckt wurde. Im TMT konnte bei keiner der untersuchten Gliedmaßen eine Sklerose beobachtet werden. Auch eine Deformation der kleinen Tarsalknochen wurde nicht gefunden.

Als „sonstige Befunde“ wurden ein Areal verminderter Röntgendichte dorsoproximal am Os Mt3 bei 1,03% der Gliedmaßen und 2,06% der Pferde, sowie eine Exostose dorsoproximal am Os Mt3 bei 0,51% der Gliedmaßen und 1,03% der Pferde festgestellt.

Der Befund „OCD im Tibiotarsalgelenk“ wurde bei 8,2% der untersuchten Gliedmaßen und 11,6% der untersuchten Pferde erhoben, wobei 41,2% der betroffenen Pferde diesen Befund beidseits aufwiesen.

Die Kappa-Werte der Interrater-Reliabilität wurden für die bedeutendsten Befunde berechnet und sind inklusive des Konfidenzintervalles in Tabelle 4 dargestellt. Die Kappa-Werte liegen für Befunder 1 und 2 zwischen 0,870 und 0,982, für Befunder 1 und 3 zwischen 0,924 und 0,992 und für Befunder 2 und 3 zwischen 0,870 und 0,982. Die Übereinstimmung ist bei Kappa-Werten über 0,8 als sehr gut zu bewerten.

Abb. 1: Prävalenz degenerativer Befunde nach Branch bzgl. Pferd

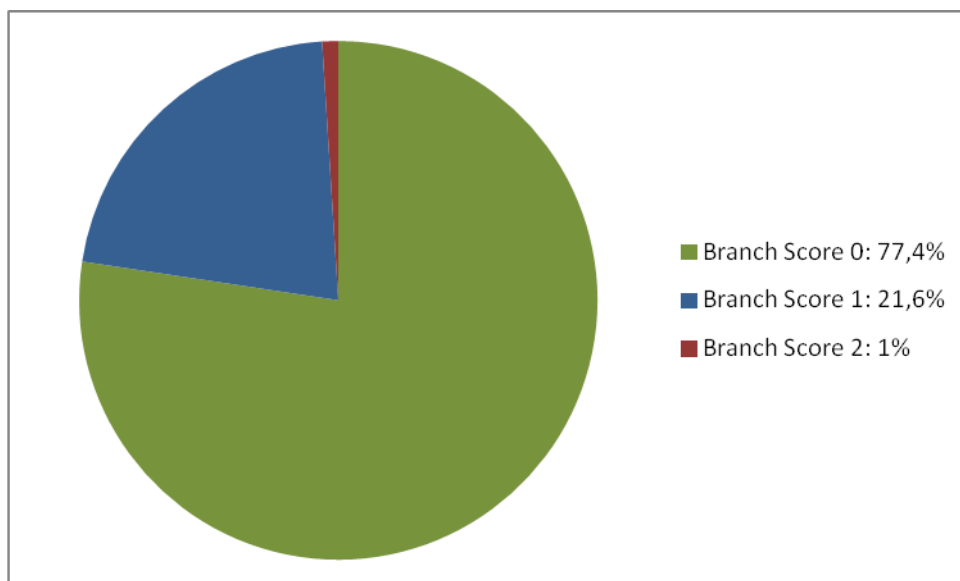


Abb. 2: Prävalenzen der Befunde in DIT und TMT

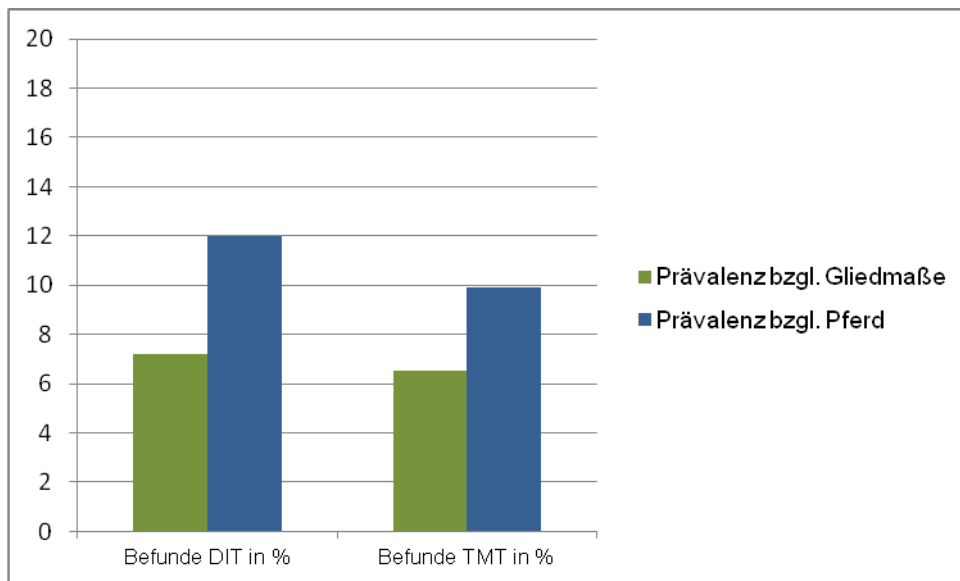


Abb. 3: Grad der Ausziehung am Os Mt3 bzgl. Pferd

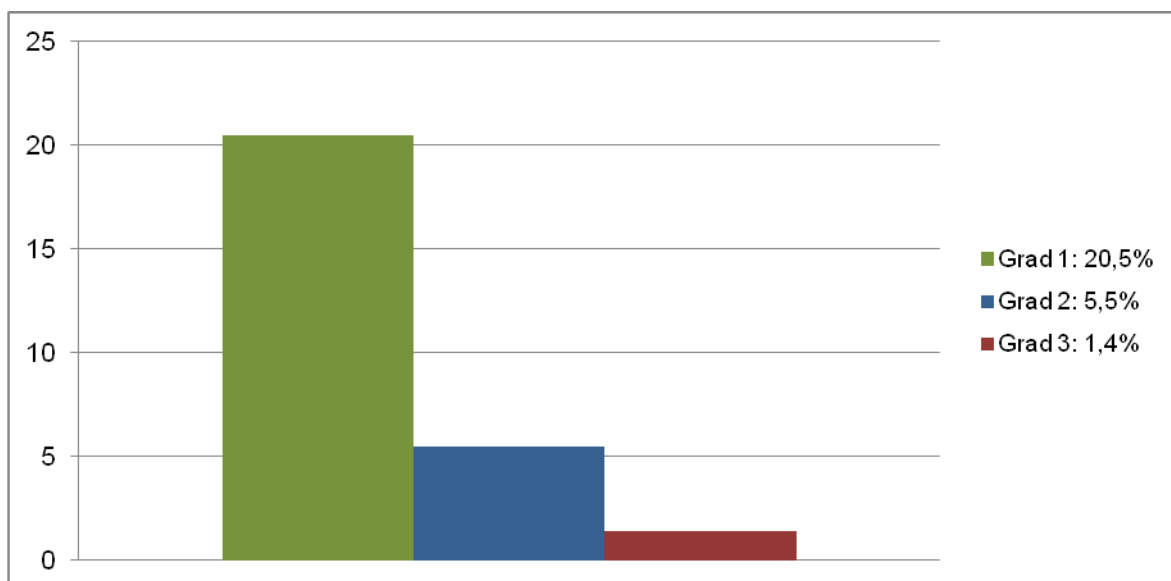


Abb. 4: Grad der Osteophyten im DIT u/o TMT

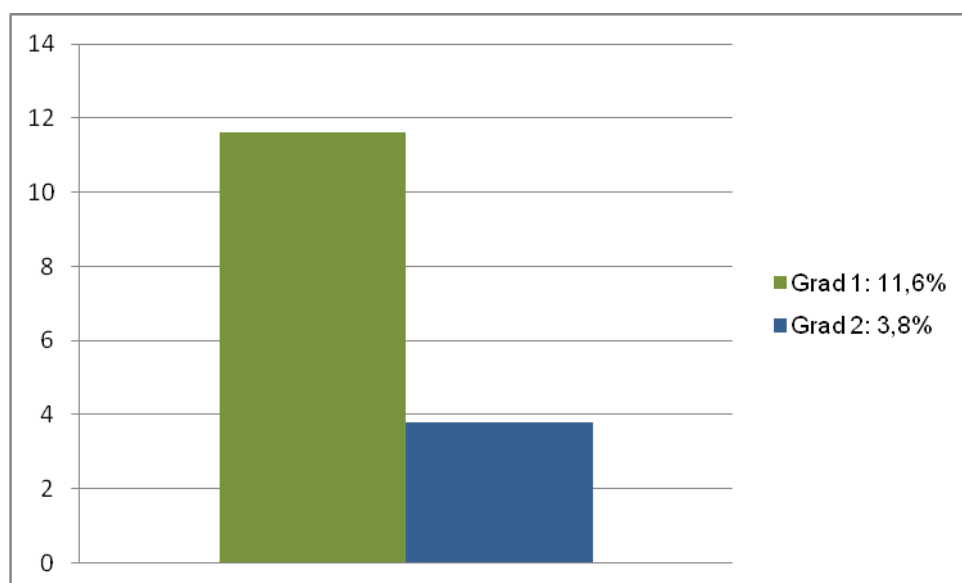
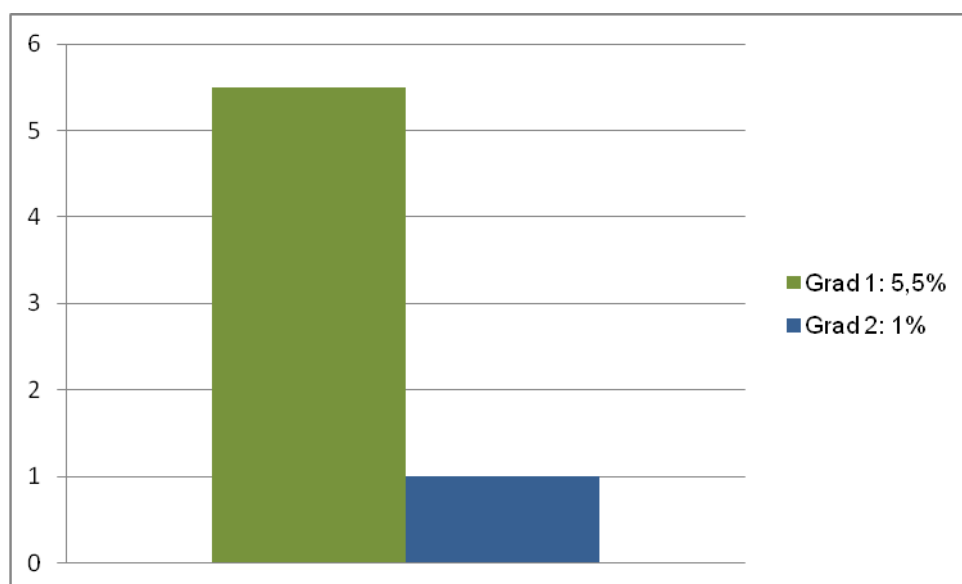


Abb. 5: Grad der Areale verminderter Röntgendichte im DIT u/o TMT



Tab. 4: kappa-Werte der Befunder für die bedeutendsten Befunde

	Befunder 1 - 2		Befunder 1 - 3		Befunder 2 - 3	
kappa: mit Befund	0,97		0,99		0,96	
Standardfehler	0,02		0,01		0,02	
kappa: Befund im DIT	0,87		0,96		0,87	
Standardfehler	0,05		0,03		0,05	
kappa: Befund im TMT	0,95		0,95		0,95	
Standardfehler	0,03		0,03		0,03	
kappa: Ausziehung Os Mt3 Größe	0,98		0,98		0,98	
Standardfehler	0,01		0,01		0,01	
kappa: Osteophyt DIT u/o TMT	0,88		0,92		0,89	
Standardfehler	0,04		0,04		0,04	
kappa: Branch Score	0,93		0,98		0,93	
Standardfehler	0,03		0,02		0,03	
kappa: Insgesamt	0,87 - 0,98		0,92 - 0,99		0,87 - 0,98	
[95% C.I.]	0,78 - 0,96	0,96 - 1,01	0,85 - 0,98	0,98 - 1,01	0,78 - 0,96	0,96 - 1,01

5.2 Dynamik degenerativer Veränderungen der straffen Sprunggelenke

Bei der röntgenologischen Kontrolluntersuchung wurden 494 Röntgenbilder von 77 Pferden und 153 Gliedmaßen beurteilt. Das Zeitintervall zwischen Initial- und Kontrollröntgenbildern reichte von fünf bis sechzehn Monaten mit einem durchschnittlichen Intervall von 8,5 Monaten und einem Median von 10,5. Die Angaben von Anzahl (n) und Anteil (%) beziehen sich immer auf die Gliedmaßen.

Eine Übersicht über die Anzahl und den Anteil der Gliedmaßen, die in die Kontrolluntersuchung einfließen und die Anzahl der Gliedmaßen, die im Kontrollröntgen einen bestimmten Befund zum ersten Mal aufwiesen, ist in Tabelle 5 veranschaulicht. Tabelle 6 zeigt die Dynamik der unterschiedlichen Veränderungen in % inklusive 95% Konfidenzintervall.

Tab. 5: Übersicht kontrollgeröntgter und neu progressiver Gliedmaßen

	Anzahl mit Befund initial n	Anzahl mit Kontroll- Röntgen n	Anteil mit Kontroll- Röntgen %	[95% C.I.]	Anzahl neu Progressiver n
Verschmälerung Gelenkspalt DIT	2	2	100	15,8 - 100	1
Verschmälerung Gelenkspalt TMT	1	1	100	2,5 - 100	0
Ausziehung Os Mt3	141	78	55,3	48 - 64	4
dorsale Osteophyten DIT u/o TMT insg.	64	42	65,6	52,7 - 77	2
dorsaler Osteophyt Os TC zum DIT	33	21	63,6	45,1 - 79,6	1
dorsaler Osteophyt T3 zum DIT	21	17	81	58,1 - 94,6	0
dorsaler Osteophyt T3 zum TMT	27	18	66,7	46 - 83,5	0
dorsaler Osteophyt Os T3 zentral	5	3	60	147 - 94,7	1
Sklerose OS TC	1	1	100	2,5 - 100	0
Sklerose Os T3	1	1	100	2,5 - 100	1
Areal red. Dichte Os TC u/o Os T3 insg.	26	19	73,1	52,2 - 88,4	1
Areal reduzierter Dichte Os TC zum DIT	8	7	87,5	47,3 - 99,7	1
Areal reduzierter Dichte Os T3 zum DIT	10	7	70	34,8 - 93,3	0
Areal reduzierter Dichte Os T3 zum TMT	13	9	69,2	38,6 - 91	0
Areal reduzierter Dichte d.prox. Os Mt3	6	4	66,7	22,3 - 95,7	0
Exostose d.prox. Os Mt3	3	3	100	29,2 - 100	0

Tab. 6: Anteile der Dynamik der unterschiedlichen Veränderungen in %

5 Resultate

	Anteil der Regressiven in %	[95% C.I.]	Anteil der Stationären in %	[95% C.I.]	Anteil der Progressiven in %	[95% C.I.]
Verschmälerung Gelenkspalt DIT	0	0 - 84,2	100	15,8 - 100	0	0 - 84,2
Verschmälerung Gelenkspalt TMT	0	0 - 97,5	100	2,5 - 100	0	0 - 97,5
Ausziehung Os Mt3: Größe	0	0 - 2,6	96,2	89,2 - 99,2	3,8	0,8 - 10,8
Ausziehung Os Mt3: Dichte	1,3	0,02 - 3,9	89,7	80,8 - 95,5	9	3,7 - 17,6
Ausziehung Os Mt3: Kontur	0	0 - 2,6	100	95,4 - 100	0	0 - 2,6
dorsale Osteophyten DIT u/o TMT insg.	11,9	4,0 - 25,6	71,4	55,4 - 84,2	16,7	7,0 - 31,4
dorsaler Osteophyt Os TC zum DIT: Größe	4,8	0,1 - 23,8	90,4	69,6 - 98,8	4,8	0,1 - 23,8
dorsaler Osteophyt Os TC zum DIT: Dichte	4,8	0,1 - 23,8	95,2	76,2 - 99,9	0	0 - 16,1
dorsaler Osteophyt Os TC zum DIT: Kontur	9,6	1,2 - 30,4	90,4	69,6 - 98,8	0	0 - 16,1
dorsaler Osteophyt Os T3 zum DIT: Größe	11,8	14,6 - 36,4	88,2	3,6 - 98,5	0	0 - 19,5
dorsaler Osteophyt Os T3 zum DIT: Dichte	5,9	0,1 - 28,7	82,4	56,6 - 96,2	11,8	14,6 - 36,4
dorsaler Osteophyt Os T3 zum DIT: Kontur	5,9	0,1 - 28,7	94,1	71,3 - 99,9	0	0 - 19,5
dorsaler Osteophyt Os T3 zum TMT: Größe	0	0 - 18,5	100	81,5 - 100	0	0 - 18,5
dorsaler Osteophyt Os T3 zum TMT: Dichte	0	0 - 18,5	88,9	65,3 - 98,6	11,1	1,4 - 34,7
dorsaler Osteophyt Os T3 zum TMT: Kontur	0	0 - 18,5	100	81,5 - 100	0	0 - 18,5
dorsaler Osteophyt Os T3 zentral: Größe	33,3	0,8 - 90,6	33,3	0,8 - 90,6	33,3	0,8 - 90,6
dorsaler Osteophyt Os T3 zentral: Dichte	33,3	0,8 - 90,6	0	0 - 70,6	66,7	9,4 - 99,2
dorsaler Osteophyt Os T3 zentral: Kontur	33,3	0,8 - 90,6	33,3	0,8 - 90,6	33,3	0,8 - 90,6
Sklerose Os TC	0	0 - 97,5	100	2,5 - 100	0	0 - 97,5
Sklerose Os T3	0	0 - 97,5	100	2,5 - 100	0	0 - 97,5
Areal red. Dichte Os TC u/o Os T3 insg.	68,4	43,4 - 87,4	31,6	12,6 - 56,6	0	0 - 17,6
Areal red. Dichte Os TC zum DIT: Größe	57,1	18,4 - 90,1	42,9	9,9 - 81,6	0	0 - 41
Areal red. Dichte Os TC zum DIT: Dichte	71,4	29 - 96,3	28,6	3,7 - 71	0	0 - 41
Areal red. Dichte Os T3 zum DIT: Größe	57,1	8,4 - 90,1	42,9	9,9 - 81,6	0	0 - 41
Areal red. Dichte Os T3 zum DIT: Dichte	57,1	8,4 - 90,1	42,9	9,9 - 81,6	0	0 - 41
Areal red. Dichte Os T3 zum TMT: Größe	44,4	13,7 - 78,8	55,5	21,2 - 86,3	0	0 - 33,6
Areal red. Dichte Os T3 zum TMT: Dichte	66,7	30,0 - 92,5	33,3	7,5 - 70,1	0	0 - 33,6
Areal red. Dichte d.prox. Os Mt3: Größe	50	6,6 - 93,2	50	6,6 - 93,2	0	0 - 60,2
Areal red. Dichte d.prox. Os Mt3: Dichte	50	6,6 - 93,2	50	6,6 - 93,2	0	0 - 60,2
Exostose d.prox. Os Mt3: Größe	0	0 - 70,6	100	29,2 - 100	0	0 - 70,6
Exostose d.prox. Os Mt3: Dichte	0	0 - 70,6	33,3	0,8 - 90,6	66,7	9,4 - 99,2

Bei der Kontrolluntersuchung wurden von den 141 Gliedmaßen mit einer Ausziehung am Os Mt3 bei der Initialuntersuchung die Röntgenbilder von 78 Gliedmaßen beurteilt. Bzgl. der Größe der Ausziehung waren 96,2 % der Aufnahmen stationär und 3,8% progressiv. Die Dichte verhielt sich bei 89,7% der kontrollierten Gliedmaßen stationär, bei 9% progressiv (Zunahme der Dichte) und bei 1,3% regressiv (Abnahme der Dichte). Bzgl. der Kontur konnte keine Dynamik festgestellt werden. Bei 4 Gliedmaßen konnte der Befund „Ausziehung am Os Mt3“ bei der Kontrolluntersuchung zum ersten Mal beobachtet werden.

Von den 64 betroffenen Gliedmaßen mit Osteophyten im DIT u/o TMT wurden 42 nachuntersucht. Bei 71,4% dieser Gliedmaßen war die Veränderung stationär, 16,7% zeigten eine regressive (Abnahme von Größe u/o Dichte) und 11,9% eine progressive (Zunahme von Größe u/o Dichte) Dynamik (Abb. 6). 2 der 149 nachuntersuchten Gliedmaßen zeigten den Befund zum ersten Mal.

Die Betrachtung der einzelnen Lokalisationen der Osteophyten ergab folgende Ergebnisse

- Von den Gliedmaßen mit dorsalen Osteophyten am Os TC zum DIT wurden 21 der betroffenen 33 nachuntersucht. Die Größe des Osteophyten war bei 90,4% stationär, bei 4,8% progressiv und bei 4,8% regressiv. 95,2% der untersuchten Gliedmaßen waren bzgl. der Dichte stationär und 4,8% regressiv. Die Kontur des Osteophyten wurde bei 90,4% stationär und bei 9,6% regressiv (weniger raue Kontur) eingestuft. Eine Gliedmaße wurde den neu Progressiven zugeordnet.
- Die dorsalen Osteophyten am Os T3 zum DIT wurden bei 17 der 21 betroffenen Gliedmaßen kontrolliert. Sie zeigten bzgl. der Größe bei 88,2% eine stationäre und bei 11,8% eine regressive Dynamik. Die Dichte war bei 82,4% der untersuchten Gliedmaßen stationär, bei 11,8% progressiv und bei 5,9% regressiv. Die Kontur des Osteophyten war bei 5,9% regressiv und änderte sich bei 94,1% nicht.
- Bei den dorsalen Osteophyten am Os T3 zum TMT wurden 18 der 27 betroffenen Gliedmaßen nachuntersucht. Die Größe blieb unverändert, die Kontur war bei 5% glatter. Die Dichte war bei 88,9% der Gliedmaßen stationär und bei 11,1% progressiv.

- 3 der 5 Gliedmaßen mit dorsalen Zubildungen zentral am Os T3 wurden kontrolliert. Sie zeigten sowohl bzgl. der Größe als auch bzgl. der Kontur bei 33,3% der untersuchten Gliedmaßen eine regressive und bei 33,3% eine progressive (zunehmend raue Kontur) Dynamik. Bei 33,3% war diese Veränderung stationär. Die Dichte des Osteophyten war bei 66,7% der nachuntersuchten Gliedmaßen progressiv und bei 33,3% regressiv. Bei einer der 149 nachuntersuchten Gliedmaßen wurde dieser Befund zum ersten Mal erhoben.

Die Areale verminderter Röntgendichte im Os TC u/o Os T3 wurden bei 19 der betroffenen 26 Gliedmaßen nachuntersucht. 68,4% dieser Gliedmaßen zeigten eine regressive (Abnahme der Größe u/o Zunahme der Dichte) Dynamik, während 31,6% stationär waren. Eine progressive (Zunahme der Größe u/o Abnahme der Dichte) Dynamik konnte bei keiner der Gliedmaßen festgestellt werden (Abb. 7). Im Einzelnen stellte sich die Dynamik der Areale reduzierter Röntgendichte wie folgt dar:

- Von 7 der 8 betroffenen Gliedmaßen mit einem dorsalen Areal verminderter Röntgendichte im Os TC zum DIT wurden Kontrollaufnahmen beurteilt. 57,1% dieser Gliedmaßen wiesen bzgl. der Größe eine regressive Dynamik auf, 42,9% der Gliedmaßen waren stationär. Die Dichte dieser Veränderung wurde bei 71,4% als regressiv und bei 28,6% als stationär eingestuft. Eine der 149 nachuntersuchten Gliedmaßen zeigte diesen Befund zum ersten Mal.
- Ein dorsales Areal reduzierter Röntgendichte im Os T3 zum DIT wurde bei der Initialuntersuchung bei 10 Gliedmaßen festgestellt, von denen 7 nachuntersucht wurden. Sowohl die Größe als auch die Dichte dieser Veränderung war bei 57,1% regressiv und bei 42,9% stationär.
- Von den 13 betroffenen Gliedmaßen mit einem Areal verminderter Röntgendichte im Os T3 zum TMT konnten 9 Gliedmaßen kontrolliert werden. Von diesen waren bzgl. der Größe 55,5% stationär und 44,5% regressiv und bzgl. der Dichte 66,7% regressiv und 33,3% stationär.
- Bei der Initialuntersuchung wurde bei 6 Gliedmaßen ein Areal verminderter Röntgendichte dorsoproximal im Os Mt3 festgestellt. Von den 4 nachuntersuchten Gliedmaßen wurde sowohl die Größe als auch die Dichte bei 50% als stationär und bei 50% als regressiv eingestuft.

Die Exostose dorsoproximal am Os Mt3 wurde bei jedem der 3 betroffenen Gliedmaßen kontrolliert. Die Größe wies bei keinem der Gliedmaßen eine Dynamik auf, während die Dichte bei 66,7% der Gliedmaßen progressiv und bei 33,3% stationär war.

Bezüglich der Gliedmaßen mit den Befunden Verschmälerung des Gelenkspaltes und Sklerose in der Initialuntersuchung ließ sich keine Dynamik aufzeigen. Bei der Kontrolluntersuchung zeigte eines der 149 Gliedmaßen den Befund „Sklerose im Os T3“ zum ersten Mal. Eine Deformation der kleinen Tarsalknochen konnte sowohl bei der Initial-, als auch bei der Kontrolluntersuchung nicht beobachtet werden.

Die 0°-Projektion und die 90°-Projektion lieferten keine neuen Befunde. Die dorsoproximale Ausziehung am Os Mt3 wurde in der 90°-Projektion bei 7 der 78 nachuntersuchten Gliedmaßen als „deutlicher“ eingestuft. Das entspricht einem Anteil von 9%.

Exemplarische Röntgenbilder mit den wichtigsten Veränderungen sind in Abb. 8 - 10 dargestellt.

Abb. 6: Dynamik der Osteophyten

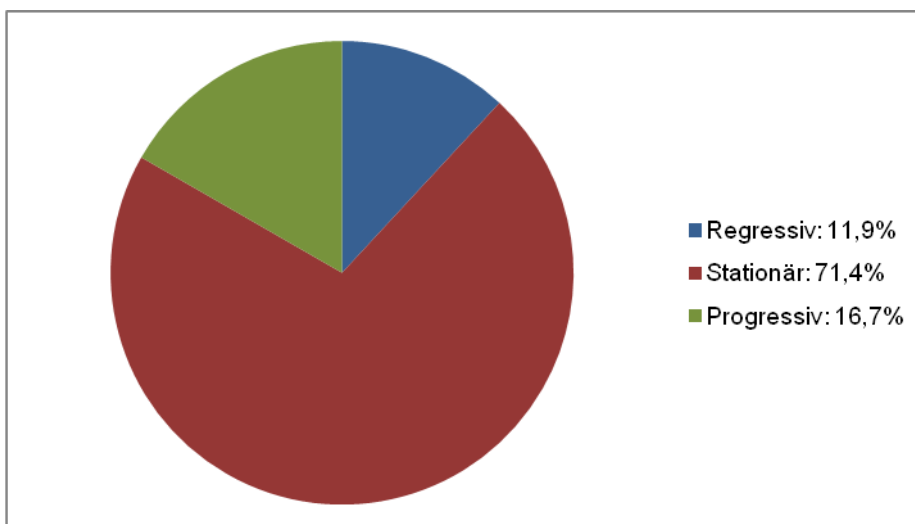
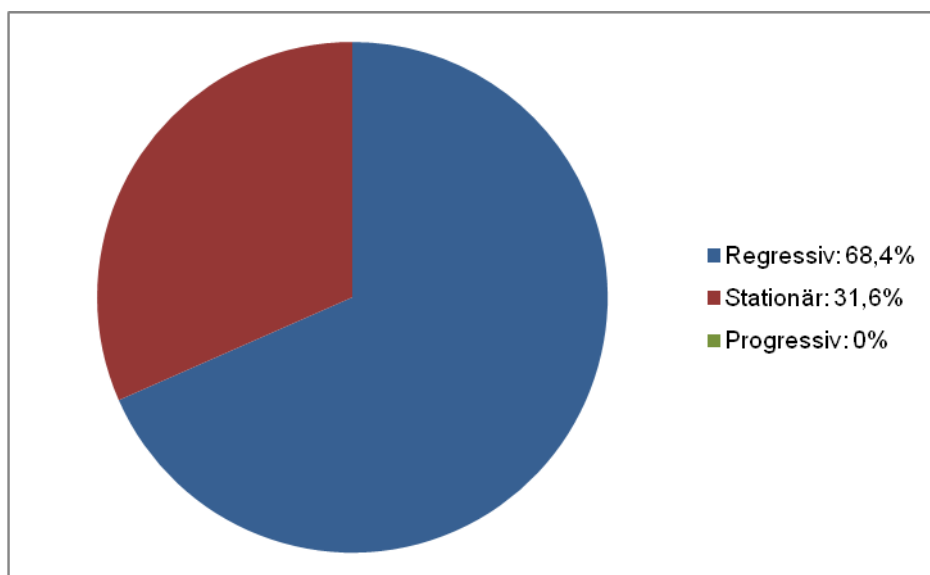


Abb. 7: Dynamik der Areale verminderter Röntgendichte



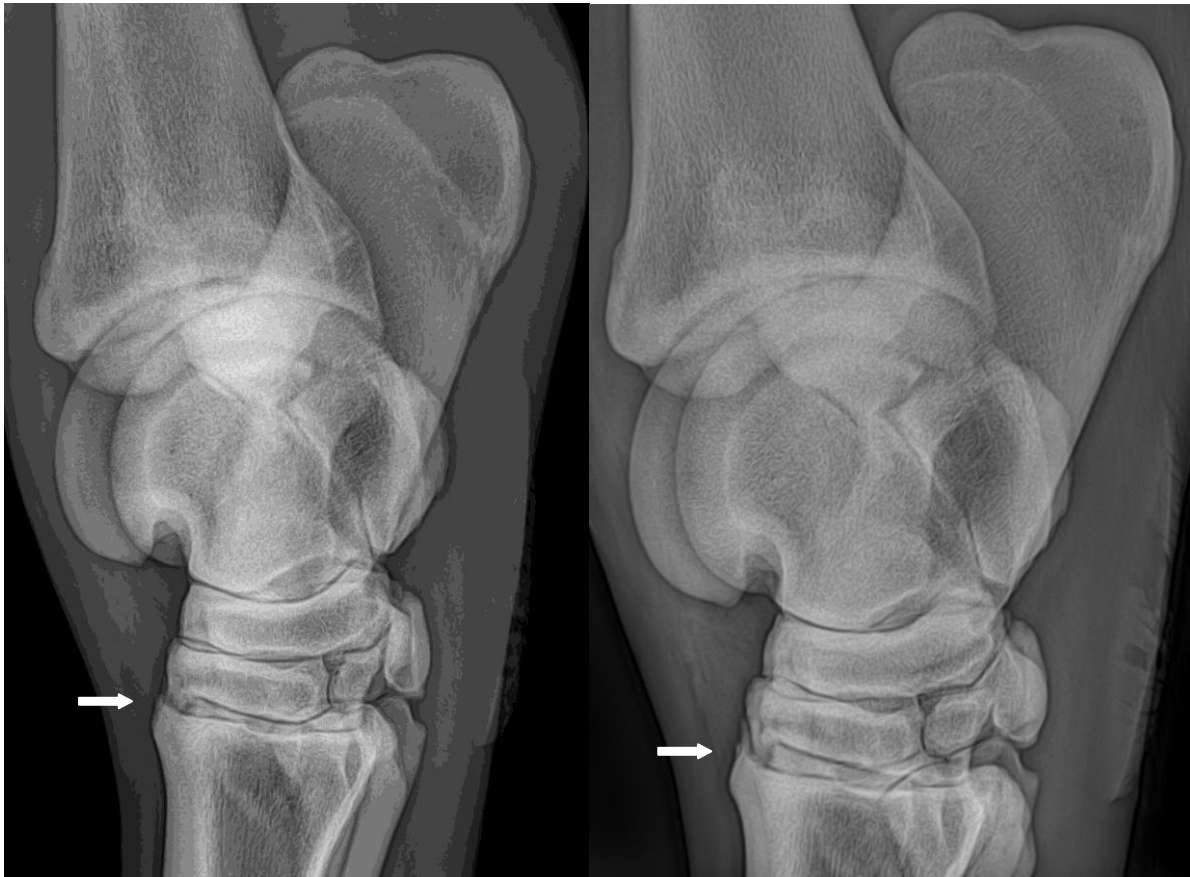


Abb. 8: Dorsomedial-plantarolaterale Aufnahme des linken Tarsus.

Links: Initial-Röntgen. Es besteht eine Ausziehung („spur“) dorsoproximal am Os Mt3 (weisser Pfeil).

Rechts: Kontroll-Aufnahme nach 8 Monaten. Die Dichte der Ausziehung am Os Mt3 ist deutlich progressiv (weißer Pfeil)

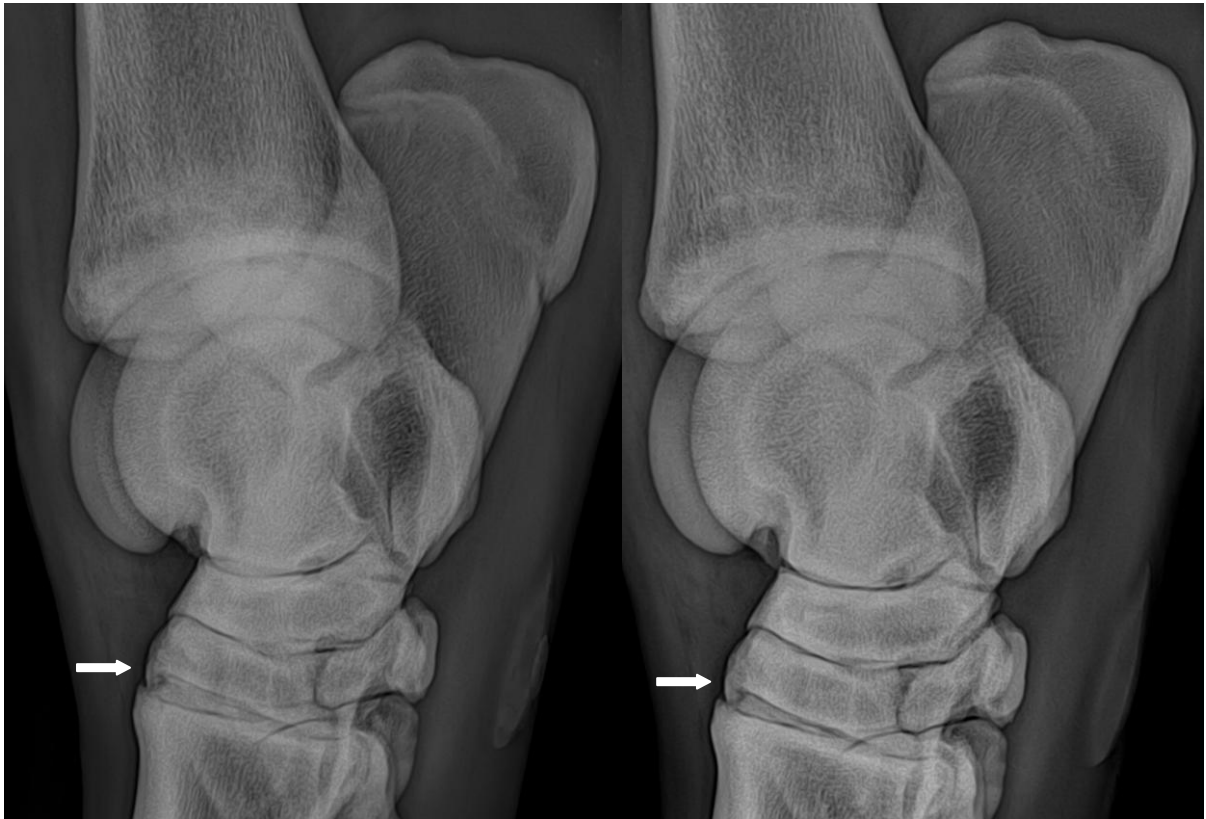


Abb. 9: Dorsomedial-plantarolaterale Aufnahme des linken Tarsus.

Links: Initial-Röntgen. Zu sehen ist ein dorsaler Osteophyt am Os T3 zum TMT (weißer Pfeil).

Rechts: Kontroll-Aufnahme nach 7 Monaten. Die Dichte des Osteophyten am Os T3 zum TMT hat eine progressive Dynamik. Größe und Kontur sind stationär (weißer Pfeil).



Abb. 10: Dorsomedial-plantarolaterale Aufnahme des linken Tarsus.

Links: Initial-Röntgen. Röntgenologische Befunde sind eine Ausziehung am Os Mt3 (weißer Pfeil), ein dorsaler Osteophyt am Os T3 zum TMT (schwarzer Pfeil) und ein Areal verminderter Röntgendichte im Os T3 zum TMT (kleiner weißer Pfeil).

Rechts: Kontroll-Aufnahme nach 7 Monaten. Die Ausziehung am Os MT3 (weißer Pfeil) zeigt eine progressive Dichte und der dorsale Osteophyt am Os T3 zum TMT (schwarzer Pfeil) eine deutlich glattere Kontur und ebenfalls eine progressive Dichte. Das Areal verminderter Röntgendichte im Os T3 zum TMT zeigt sowohl bzgl. der Größe als auch bzgl. der Dichte eine regressive Dynamik (kleiner weißer Pfeil) und ist somit kaum mehr als solches zu sehen.

6 Diskussion

In der vorliegenden Arbeit wurden Röntgenbilder einer homogenen Population zweijähriger, untrainierter und klinisch gesunder Warmbluthengste ausgewertet. Bei der Initialuntersuchung wurden bei insgesamt 34,2% der untersuchten Pferde radiologische Befunde erhoben. Als häufigste röntgenologische Veränderung wurde bei 27,4% der untersuchten Pferde eine Ausziehung am Os Mt3 festgestellt, welche jedoch nicht als Veränderung im Sinne einer degenerativen Gelenkerkrankung der straffen Sprunggelenke gewertet wurde. Befunde, die als degenerative Sprunggelenksveränderungen zu werten sind, wurden bei 22,6% der Pferde beobachtet.

Degenerative radiologische Veränderungen im Bereich der kleinen Sprunggelenksetagen lagen bei 12% der Pferde im DIT vor, gefolgt von Veränderungen im TMT bei 9,9% der Pferde. Osteophyten im DIT und/oder TMT wurden bei 15,4%, Areale reduzierter Röntgendichte im Os TC und/oder Os T3 bei 6,5%, eine Verschmälerung des Gelenkspaltes im DIT und TMT bei 0,3% und eine Sklerose im DIT bei 0,7% der untersuchten Pferde beobachtet. Ein Areal verminderter Röntgendichte dorsoproximal am Os Mt3 wurde bei 2,06 % und eine Exostose dorsoproximal am Os Mt3 bei 1,03% der untersuchten Pferde festgestellt. Eine Deformation der kleinen Tarsalknochen wurde im Rahmen der Untersuchung nicht beobachtet. Bei 11,6% der untersuchten Pferde wurde eine Osteochondrose im Tibiotarsalgelenk festgestellt, die in dieser Arbeit allerdings nicht weiter berücksichtigt wurde.

Bei der Kontrolluntersuchung wurden die Röntgenbilder von Pferden mit röntgenologischen Veränderungen in den straffen Sprunggelenksabteilungen hinsichtlich der Dynamik dieser Veränderungen in einem Zeitintervall von fünf bis sechzehn Monaten beurteilt.

Die Ausziehung am Os Mt3 zeigte bzgl. Größe und Dichte in 3,8% bzw. 9% der nachuntersuchten Gliedmaßen eine progressive Entwicklung.

Bei 16,7% der nachuntersuchten Gliedmaßen mit Osteophyten im DIT und/oder TMT war diese Veränderung insgesamt progressiv, während sie bei 11,9% regressiv war.

Die nachuntersuchten Gliedmaßen mit dem Befund eines Bereiches reduzierter Röntgendichte im Os TC und/oder Os T3 zeigten diesbezüglich in 68,4% der Fälle eine regressive Dynamik. Die Zonen verminderter Röntgendichte dorsoproximal im Os Mt3 entwickelten sich bei zwei der vier betroffenen und nachuntersuchten Gliedmaßen regressiv, d.h. bei der Nachuntersuchung war hier eine Zunahme der Röntgendichte zu verzeichnen. Eine progressive Dynamik konnte hinsichtlich dieser Veränderungen nicht nachgewiesen werden.

Bei den röntgenologischen Veränderungen „Verschmälerung des Gelenkspaltes“, „Sklerose“ und „Deformation“ konnte keine Dynamik festgestellt werden.

In der 0°-Projektion und der 90°-Projektion wurden im Vergleich zu den Schrägaufnahmen keine neuen Befunde beobachtet.

Die vorliegende Studie zeichnet sich durch die Wahl einer sehr homogenen und umfangreich untersuchten Population aus. Desweiteren liefert diese Arbeit Informationen über die Dynamik vorgefundener Röntgenbefunde durch die radiologische Nachuntersuchung betroffener Pferde in einem recht engen Zeitfenster. Ein Einfluss von Ausbildungs- und Trainingsregime wurde durch die ausschliessliche Verwendung junger und untrainierter Pferde ausgeschlossen. Für die tierärztliche Aufgabenstellung der Kaufuntersuchung oder Untersuchung vor Beginn der Ausbildung führen die gewählten Einschlusskriterien zu einer sehr relevanten Population.

Desweiteren zeichnet sich diese Arbeit durch eine fachkundige und möglichst objektive Beurteilung der röntgenologischen Aufnahmen durch ein Expertenteam aus. Mit Hilfe eines detaillierten Beurteilungsschemas (Anlage 1 und 2) bewerteten ein board-zertifizierter Chirurg des European College of Veterinary Surgeons¹ (ECVS), eine board-zertifizierte Radiologin des European College of Veterinary Diagnostic Imaging² (ECVDI) und ein Fachtierarzt für Pferde und Chirurgie und Orthopädie der Pferde³ die Röntgenbilder separat und bezüglich Informationen zu den untersuchten Pferden verblindet. Dieses Beurteilungsschema umfasste insgesamt 48 Beurteilungskriterien, welche sämtliche mögliche Veränderungen in den straffen Sprunggelenksabteilungen beschrieben.

Zu den Limitationen dieser Studie zählt die fehlende klinische Untersuchung der Pferde. Zwar waren alle Pferde nach Einschätzung der Besitzer lahmheitsfrei, jedoch ist dies nicht durch eine tierärztliche klinisch-orthopädische Untersuchung bestätigt. Somit kann keine zuverlässige Aussage über die klinische Relevanz etwaiger röntgenologischer Veränderungen getroffen werden.

Außerdem machte die geringe Ausprägung der röntgenologischen Veränderungen bei dieser jungen und anamnestisch unauffälligen Pferdepopulation eine Graduierung der Befunde schwierig. Die Dynamik vorgefundener Veränderungen wurde anhand einer Nachuntersuchung innerhalb eines recht kurzen Intervalls von fünf bis sechzehn Monaten und je nach Art der Veränderung zum Teil an einer recht geringen Anzahl betroffener Patienten untersucht, was die Aussagekraft einschränkt.

Zuletzt besteht durch die komplexe Anatomie der knöchernen Strukturen des Tarsus eine Fehlerquelle durch geringfügige Variationen des Projektionswinkels zwischen den Pferden bzw. zwischen Initial- und Kontrolluntersuchung. Solche Variationen sowie unterschiedliche Belichtungs- bzw. Entwicklungsmodi können auf die Befunderhebung einen wesentlichen Einfluss haben (DAHN und UELTSCHI 1989).

Im ersten Teil unserer Arbeit wurden röntgenologische Befunde an den straffen Sprunggelenken bei insgesamt 25,3% der untersuchten Gliedmaßen und 34,2% der untersuchten Pferde erhoben.

Die Häufigkeitsangaben der röntgenologischen Befunde in den straffen Tarsalgelenken variieren in der Literatur stark. Da sich die Untersuchungs- und Auswertungsmethoden der einzelnen Autoren sowohl in der Wahl der Projektionen und des Befunderhebungsschlüssels, als auch in der Einteilung der Befunde in verschiedene Kategorien deutlich voneinander unterscheiden, wurde ein direkter Vergleich erschwert (SCHUBERT 2010). Da andere Autoren die erhobenen röntgenologischen Veränderungen häufig in Befundkategorien zusammenfassten, war der ursprünglich erhobene Befund nicht mehr erkennbar.

So fand KÄHLER (2001), der wie in der vorliegenden Studie die Röntgenbilder von zweijährigen warmblütigen Hengstanwärtern auswertete, röntgenologische

Veränderungen an den kleinen Sprunggelenken bei lediglich 9,6% der Pferde. Dies überrascht, da auch undeutliche bis geringgradige Befunde in die Untersuchung einbezogen wurden. Die von KAHLER (2001) untersuchten Hengste waren im Gegensatz zu den von uns am Anfang des Körjahres untersuchten Pferde jedoch zur Körung zugelassen, sodass von einer Vorselektion ausgegangen werden kann. Pferde mit deutlichen röntgenologischen Befunden wurden nicht zur Körung zugelassen. Ausserdem wurde in der Arbeit von KAHLER der Röntgenbefunderhebungsschlüssel von HEINZ (1993) verwendet, der im gesamten Sprunggelenk lediglich fünf röntgenologische Befunde differenziert und somit sehr grob ist.

MERZ (1993) stellte hingegen bei 75,5% der untersuchten Tarsi von drei- bis achtjährigen Auktionspferden röntgenologische Veränderungen in den straffen Sprunggelenken fest, wobei er nicht nur röntgenologisch-pathologische, sondern auch röntgenologisch verdächtige Befunde bewertete, um zu veranschaulichen wie wenig Pferde dem anatomischen Idealbild entsprechen. Der Prozentsatz der von ihm untersuchten Sprunggelenke mit röntgenologisch-pathologischen Befunden betrug 46,9%, was eher den von uns erhobenen Befunden entsprach. Bei dem Vergleich der Prävalenzangaben sollte berücksichtigt werden, dass die von MERZ (1993) röntgenologisch untersuchten Pferde älter als die Pferde in unserer Arbeit waren.

LEONHARDT (1996) fand bei ihren Untersuchung an drei- bis siebenjährigen Auktionspferden mit 95,8% deutlich höhere Prävalenzen. Sie bewertete ebenfalls anhand des Befunderhebungsschlüssels nach HEINZ (1993) nicht nur röntgenologisch-pathologische Befunde, sondern auch undeutliche bis geringgradige Befunde, die jegliche Abweichungen des anatomischen Idealbildes beinhalteten und den größten Anteil der erhobenen Befunde ausmachten. Bei etlichen dieser Studien erfolgte die Beurteilung der Röntgenbilder ausschließlich durch den Doktoranden. Die Erfahrung des Betrachters ist bei der Beurteilung der Röntgenbilder ein erheblicher Faktor, der beim Vergleich unserer Ergebnisse mit denen anderer Studien berücksichtigt werden sollte.

BYAM-COOK et al. (2009) ermittelten ebenfalls einen hohen Prozentsatz an Pferden mit röntgenologischen Veränderungen in den straffen Sprunggelenken. Sie bewerteten Röntgenbilder von Pferden unterschiedlichen Geschlechts im Alter von zwei bis siebzehn Jahren anhand von vier Projektionsrichtungen und fanden bei 69%

der Pferde geringgradige, bei 27% mittelgradige und bei 3% hochgradige röntgenologische Befunde in den straffen Sprunggelenken. Die Vergleichbarkeit wird hier durch eine große Altersvariation erschwert.

In der vorliegenden Arbeit war das DIT mit 7,2% der Gliedmaßen und 12% der Pferde am häufigsten betroffen, während im TMT 6,5% der Gliedmaßen und 9,9% der Pferde röntgenologische Veränderungen aufwiesen. Diese Prävalenzen bestätigen die Ergebnisse von FAIRBURN et al. (2010) und SHELLEY und DYSON (1984), die degenerative röntgenologische Veränderungen am häufigsten im DIT feststellten. HEINZ (1993), KAHLER (2001), KIRCHNER (1996), LEONHARDT (1996), MERZ (1993) und THOMSEN (1995) ermittelten röntgenologische Veränderungen hingegen vermehrt im TMT. Der in unserer Arbeit vergleichsweise niedrigere Anteil an Veränderungen im TMT konnte dadurch begründet werden, dass eine Ausziehung am Os Mt3 nicht als degenerativer Befund im Sinne einer pathologischen Gelenkerkrankung gewertet wurde. Ausziehungen am Os Mt3 treten häufig ohne weitere röntgenologische Veränderungen und klinische Relevanz auf (FAIRBURN et al. (2010).

In der vorliegenden Arbeit wurden Osteophyten im DIT und/oder TMT bei 9,6% der Gliedmaßen und 16,4% der Pferde festgestellt. Diese Prävalenzen sind mit den Ergebnissen von HARFST (1986) vergleichbar, der bei seinen klinischen und röntgenologischen Untersuchungen von dreijährigen Warmblütern Knochenzubildungen an den straffen Sprunggelenken bei 13% der Pferde fand. MÜNZER und HARTUNG (1984) kamen zu ähnlichen Ergebnissen und stellten „Hakenbildungen“ in den straffen Sprunggelenken bei 17% der untersuchten Pferde fest. Es handelte sich dabei um Traber, Warmblüter und Vollblüter im Alter von drei Wochen bis 18 Monaten. „Osteoporotische“ Herde trugen mit 5% zu den röntgenologischen Veränderungen bei, vergleichbar mit den in der vorliegenden Arbeit beobachteten Arealen verminderter Röntgendichte bei 3,6% der Gliedmaßen und 6,5% der Pferde.

Die in unserer Arbeit ermittelten Prävalenzen von Ausziehungen am Os Mt3 entsprachen mit 19% der Gliedmaßen und 27,4% der Pferde etwa den Ergebnissen von FAIRBURN et al. (2010) und SCHUBERT (2010). SCHUBERT (2010) untersuchte die Röntgenbilder von Pferden unterschiedlicher Rassen im Alter von zwei Wochen bis 35 Jahren in der 90°-Projektion und ermittelte Randexostosen am

Os MT3 bei 17,7% der Pferde. Die etwas niedrigere Prävalenz lässt sich u.a. dadurch erklären, dass SCHUBERT (2010) lediglich Röntgenbilder in der 90°-Projektion auswertete, während in der vorliegenden Arbeit Röntgenbilder aus zwei verschiedenen Projektionsebenen untersucht wurden. FAIRBURN et al. (2010) bewerteten Röntgenbilder aus vier Aufnahmerichtungen von Pferden unterschiedlicher Rasse, Alters und Geschlechts und kamen zu dem Ergebnis, dass 25% der untersuchten Tiere eine Ausziehung am Os Mt3 aufwiesen.

Unsere Ergebnisse zeigten, dass bei 9% der nachuntersuchten Pferde mit Ausziehungen am Os Mt3 diese am deutlichsten in der 90°-Projektion zu sehen waren. Damit wird die Meinung von SCHUBERT (2010) unterstützt, die die 90°-Projektion für die Darstellung der knöchernen Zubildungen am Os Mt3 als die am besten geeignete Aufnahmerichtung ansah. Bei den Untersuchungen von FAIRBURN et al. (2010) waren 65% der gefundenen Ausziehungen am Os Mt3 nur in der 90°-Projektion sichtbar, was durch das dominierende Vorkommen dieser Ausziehungen am dorsalen oder dorsolateralen Bereich des Os Mt3 zu erklären ist.

Im zweiten Teil unserer Arbeit wurde die Dynamik der degenerativen Veränderungen in den straffen Sprunggelenken innerhalb von fünf bis sechzehn Monaten untersucht. Die Dynamik der Osteophyten wurde bei 71,4% der nachuntersuchten Pferde als stationär, bei 16,7% als progressiv und bei 11,9% als regressiv eingestuft. Die Areale reduzierter Röntgendichte waren bei 68,4% der kontrolluntersuchten Pferde regressiv, bei 31,6% stationär und bei 0% progressiv. BACH (2008) stellte bei röntgenologischen Untersuchungen von drei- bis fünfjährigen warmblütigen Auktionspferden, die nach einem halben bis sechs Jahren erneut röntgenologisch untersucht wurden, ebenfalls fest, dass Veränderungen wie Randexostosen am Os Mt3 und Osteophyten im Vergleich zwischen Erst- und Verlaufsuntersuchung prozentual anstiegen. Die vermindert röntgendichten Bereiche nahmen jedoch nach seinen Untersuchungen ebenfalls prozentual zu, während sie in unserer Studie eine regressive Dynamik zeigten.

Einer real vorliegenden Regression müsste eine Dichtezunahme der von reduzierter Röntgendichte betroffenen Knochenregionen zugrundeliegen. Da Knochen zu beträchtlichem Remodelling befähigt ist, erscheint dies biologisch möglich. Ein aktiver lytischer Prozess im Rahmen einer degenerativen Gelenkserkrankung ist jedoch unwahrscheinlich, da ein solcher in der Regel mit begleitenden klinischen

Symptomen verbunden ist. Ausserdem ist eine Regression lytischer Veränderungen, welche im Rahmen einer degenerativen Gelenkserkrankung entstehen, nicht beschrieben. Auch sind prinzipiell zwei dem Befund „Areal verminderter Röntgendichte“ zugrundeliegende (patho)-physiologische Prozesse möglich: neben einem entzündlich bedingten Knochenabbau ist auch ein verzögerter Struktur- oder Dichteaufbau - gerade bei jungen Patienten wie in unserer Studie - plausibel. Somit sollte diese Veränderung bei sehr jungen Pferden bzgl. der Diagnose einer degenerativen Gelenkerkrankung vorsichtig bewertet werden.

In Einzelfällen ist desweiteren eine fehlerhafte Beurteilung der Dynamik infolge oben erwähnter Variation in Projektions- und Belichtungsparametern nicht auszuschließen. Jedoch weist die klare Tendenz zur Regression der radiologischen Befunde bei der recht großen Anzahl untersuchter Pferde auf ein tatsächliches Geschehen hin. Schlussendlich kann auch eine sogenannte „Expectation bias“ nicht ausgeschlossen werden. Darunter versteht man die unbewusste Beeinflussung der Ergebnisse durch eine bewusste oder unbewusste Erwartungshaltung der untersuchenden Personen. Im Gegensatz zu der Dynamik der Zonen reduzierter Röntgendichte war der Anteil der als progressiv bzw. regressiv eingeschätzten osteophytären Zubildungen ähnlich hoch. Während eine Progression von Osteophyten plausibel ist, erscheint eine Regression solcher Zubildungen fraglich und ist in der Literatur so nicht beschrieben. Insofern ist bei der Dynamik der Osteophyten eine Beeinflussung der Ergebnisse durch röntgentechnische Faktoren wahrscheinlich. Die verschmälerten Gelenkspalten nahmen in der Studie von BACH (2008) prozentual ab. Das kann durch unsere Untersuchungen nicht bestätigt werden, da die verschmälerten Gelenkspalten bei 100% der nachuntersuchten Pferde als stationär eingestuft wurden. Die Anzahl der Pferde mit dem Befund „Verschmälerung des Gelenkspaltes“ war allerdings bei der Initialuntersuchung und vor allem bei der Kontrolluntersuchung sehr gering. Aufgrund des einer real vorliegenden Verschmälerung des Gelenkspalts zugrundeliegenden irreversiblen Knorpelabbaus erscheint eine Regression dieses Befundes nicht plausibel. Vielmehr dürfte auch hier eine Fehlerquelle in der Beeinflussung des Röntgenbilds durch unbeabsichtigte Variation in der Projektionsrichtung liegen (BACH 2008, BUTLER et al. 2000, DAHN und UELTSCHI 1989).

Die Dynamik von röntgenologischen Veränderungen in den straffen Sprunggelenken bei jungen Warmblütern wurde auch von HEINZ (1993), KIRCHNER (1996) und THOMSEN (1995) untersucht. HEINZ (1993) untersuchte 220 Pferde im Fohlenalter, THOMSEN (1995) 190 dieser Pferde im Jährlingsalter und KIRCHNER (1996) 151 dieser Pferde im zweiten Lebensjahr. Während HEINZ (1993) bei 25,9% der untersuchten Tiere lediglich röntgenologische Befunde in Form von knöchernen Zubildungen im Bereich der straffen Sprunggelenke ermittelte, stellte THOMSEN (1995) Befunde in Form von knöchernen Zubildungen und verschwommenen bis verengten Gelenkspalten bei insgesamt 47,7% der untersuchten Pferde fest. 13 Pferde, die in der Studie von HEINZ (1993) leichte Spatveränderungen zeigten, wiesen in der Studie von THOMSEN (1995) mittelgradige bis hochgradige Veränderungen auf. KIRCHNER (1996) fand bei seinen Untersuchungen erstmals osteolytische Prozesse und hochgradige Deformierungen der Gelenkränder. Der Anteil der Pferde mit röntgenologischen Veränderungen in den straffen Sprunggelenken insgesamt stieg in seiner Studie auf 86% bei den Zweijährigen.

Bezüglich der Projektionsrichtungen bei der radiologischen Untersuchung der kleinen Sprunggelenksetagen wurde in unserer Studie entsprechend anderen Arbeiten (GPM/BTK 2007, SCHEBITZ und WILKENS 2008) die Bedeutung der Schrägaufnahmen bestätigt, da die 0°- und die 90°-Projektion in unseren Untersuchungen keine neuen Befunde lieferten. Die 90°-Projektion war allerdings für die Evaluierung der Ausziehung am Os Mt3 die wichtigste Aufnahmerichtung, da diese Veränderung hier am deutlichsten dargestellt wurde. Zu einer vollständigen Beurteilung des Tarsalgelenks sollten deshalb möglichst immer alle vier Projektionsebenen herangezogen werden.

Da in der vorliegenden Arbeit keine klinische Untersuchung der Pferde, sondern allein eine radiologische Befunderhebung stattfand, bleibt die klinische Relevanz der erhobenen röntgenologischen Veränderungen ungeklärt. Weiterführende klinische Studien sollten klären, in wie weit sich diese röntgenologischen Veränderungen bei jungen Pferden auf die spätere Leistung und athletische Einsetzbarkeit des Pferdes auswirken und zu der Diagnose einer Späterkrankung führen können.

Außerdem stellte sich die Frage, wie sich die Dynamik der Veränderungen über einen längeren als den von uns gewählten Zeitraum darstellt, insbesondere bzgl. der regressiven Dynamik der Areale verminderter Röntgendichte. Für die Beurteilung röntgenologischer Veränderungen bei zweijährigen Köranwärtern wäre es von hoher Relevanz, zu ermitteln, ob diese Bereiche durch einen fortschreitenden Dichteaufbau mit der Zeit ganz verschwinden oder aber klinisch relevant werden.

Zur Validierung der Ergebnisse wäre es erstrebenswert, weniger fehleranfällige diagnostische Verfahren, wie CT oder MRT, zu wählen. Diese Verfahren sind zwar für eine generelle Anwendung kaum praktikabel, sollten aber für ausgewählte Fälle als Goldstandard in Betracht gezogen werden.

Zusammenfassend wurde in der vorliegenden Arbeit festgestellt, dass bestimmte röntgenologische Veränderungen in den straffen Sprunggelenksetagen schon bei zweijährigen, untrainierten und klinisch gesunden Warmblütern häufig vorkommen. Die Dynamik solcher Veränderungen war bzgl. der Osteophyten und der Ausziehung am Os Mt3 insgesamt als progressiv zu bewerten. Dies entsprach der im Vorfeld formulierten Hypothese. Hinsichtlich Knochenbereichen mit reduzierter Röntgendichte entsprach die ermittelte regressiv Dynamik nicht den Angaben in der Literatur, in der diese Veränderungen ebenfalls als fortschreitend degenerativ beschrieben werden. Eine nicht-pathologische Dichtezunahme der kleinen Tarsalknochen erscheint in der untersuchten Population von gesunden jungen Pferden möglich. Auch ist die Diagnostik hinsichtlich dieses Befunds fehleranfällig. Diese röntgenologischen Befunde bei jungen Pferden sollten daher bei der radiologischen Diagnosestellung einer degenerativen Gelenkerkrankung vorsichtig bewertet werden.

7 Literaturverzeichnis

1. Auer (4.2012): WB Saunders St. Louis, MO, USA: Synovial Joint Biology and Pathology (David D. Frisbie), 1096-1113
2. Auer (4.2012): WB Saunders St. Louis, MO, USA: Tarsus (Jörg A. Auer), 1388-1409
3. Axelsson, M.; Eksell, P.; Ronéus, B.; Broström, H.; Häggström, J.; Carlsten, J. (1998): Relationship Between Hind Limb Lameness and Radiographic Signs of Bone Spavin in Icelandic Horses in Sweden. *Acta vet. scand.*, 39, 349-357
4. Bach, S. (2008): Häufigkeit und Entwicklung röntgenologischer Befunde am Tarsus des Pferdes – Bewertung von Röntgenreihenuntersuchungen und klinischen sowie röntgenologischen Verlaufsuntersuchungen bei 3-5jährigen Auktionspferden des Westfälischen Pferdestammbaums e.V. in Anlehnung an den Röntgenleitfaden. Diss. med. vet., Freie Universität Berlin
5. Baltus, V. (2012): persönliche Kommunikation
6. Barneveld, A.; Van Weeren, P.R. (1999): Early changes in the distal intertarsal joint of Dutch Warmblood foals and the influence of exercise on bone density in the third tarsal bone. *EVJ*, Suppl. 31, 67-73
7. Björnsdottir, S.; Axelsson, M.; Eksell, P.; Sigurdsson, H.; Carlsten, J. (2000): Radiographic and clinical survey of degenerative joint diseases in the distal tarsal joints in Icelandic horses. *EVJ* 32, 268-272
8. Björnsdottir, S.; Ekman, S.; Eksell, P.; Lord, P. (2004): High detail radiography and histology of the centrodistal tarsal joint of Icelandic horses age 6 month to 6 years. *EVJ* 36 (1), 5-11
9. Branch, M.V.; Murray, R.C.; Dyson, S.J.; Goodship, A.E. (2005): Is there a characteristic distal tarsal subchondral bone plate thickness pattern in horses with no history of hindlimb lameness?. *EVJ* 37 (5), 450-455
10. Branch, M.V.; Murray, R.C.; Dyson, S.J.; Goodship, A.E. (2007): Alteration of distal tarsal subchondral bone thickness pattern in horses with tarsal pain. *EVJ* 39 (2), 101-105
11. Butler, J.A.; Colles, C.M.; Dyson, S.J.; Kold, S.E.; Poulos, P.W. (2000): *Clinical Radiology of the Horse*. 2. Auflage, Blackwell Science, Oxford, UK
12. Byam-Cook, K.L.; Singer, E.R. (2009): Is there a relationship between clinical presentation, diagnostic and radiographic findings and outcome in horses with osteoarthritis of the small tarsal joints. *EVJ* 41 (2), 118-123

13. Carmalt, J.L.; Bell, C.D.; Panizzi, L.; Wolker, R.R.E.; Lanovaz, J.L.; Bracamonte, J.L.; Wilson, D.G. (2012): Alcohol-facilitated ankylosis of the distal intertarsal and tarsometatarsal joints in horses with osteoarthritis. JAVMA, Vol. 240, No. 2
14. Caron, J.P.; Bowker, R.M.; Abhold, R.H. et al. (1992): Substance P in the synovial membrane and fluid of the equine middle carpal joint. EVJ 24, 364
15. Dahme, E.; Weiss, E. (2007): Grundriss der speziellen pathologischen Anatomie der Haustiere. 5. Auflage, München: Ferdinand Enke
16. Dahn, M.; G. Ueltschi (1989): Ein Beitrag zur röntgenologischen Beurteilung von normalen Sprunggelenken des Pferdes. Pferdeheilkunde 5, 2 (März), 89-94
17. Dämmrich, K. (1976): Zur Pathogenese der Arthropathia deformans bei Haustieren (Kleintierpraxis 21, S. 133-172)
18. Daniel, A.J.; Judy, C.E.; Rick, M.C.; Saveraid, T.C.; Herthel, D.J. (2012): Comparison of radiography, nuclear scintigraphy, and magnetic resonance imaging for detection of specific conditions of the distal tarsal bones of horses: 20 cases (2006 – 2010). JAVMA, Vol 240, No. 9, May 1
19. Dietz, O.; Huskamp, B. (2006): Handbuch Pferdepraxis. 3. Auflage, Stuttgart: Ferdinand Enke
20. Dik, K.J.; Gunsser, I. (2002): Atlas der Röntgendiagnostik beim Pferd. 2. Auflage, Band II, Erkrankungen im Bereich der Hintergliedmaße, Hannover: Schlütersche
21. Eksell, P.; Axelsson, M.; Broström, H.; Ronéus, B.; Haggström, J.; Carlsten, J. (1998): Prevalence and Risk Factors of Bone Spavin in Icelandic Horses in Sweden: A Radiographic Field Study. Acta vet. scand. 39, 339-348
22. Eksell, P.; Uhlhorn, H.; Carlsten, J. (1999): Evaluation of different projections for radiographic detection of tarsal degenerative joint disease in Icelandic horses. Veterinary Radiology & Ultrasound, Vol. 40, No. 3, pp 228-232
23. Fairburn, A.; Dyson, S.; Murray, R. (2010): Clinical significance of osseous spurs on the dorsoproximal aspect of the third metatarsal bone. EVJ 42 (7), 591-599
24. Friker, J.; J. Maierl; Liebich, H.-G. (2000): Untersuchung zur Kommunikation zwischen dem distalen Intertarsal- und dem Tarsometatarsalgelenk am Sprunggelenk des Pferdes. Pferdeheilkunde 16, 4 (Juli/August), S. 352-358
25. Gabel, A.A. (1980): Lameness Caused by Inflammation in the Distal Hock (Vet. Clin. North. Am. Large Anim. Pract. Vol. 2, No. 1, S. 101-124)
26. GPM/BTK (2007): Röntgenleitfaden (RöLF 07). Leitfaden für die röntgenologische Beurteilung bei der Kaufuntersuchung des Pferdes – überarbeitete Fassung 2007. Bundestierärztekammer, Bonn und Deutsche Gesellschaft für Pferdemedizin e.V., Dortmund.

27. Gough, M.R.; Thibaud, D.; Smith, R.K. (2010): Tiludronate infusion in the treatment of bone spavin: A double blind placebo-controlled trial. *EVJ* 42 (5) 381-387
28. Harfst, L. (1986): Röntgenologische und klinische Reihenuntersuchung an den Zehen und Sprunggelenken junger Reitpferde. Diss. vet. med., Tierärztliche Hochschule Hannover
29. Hartung, K.; Keller, H.; Münzer, B. (1978): Ein Beitrag zur Röntgendiagnostik des Spat der Trabrennpferde. *Prakt. Tierarzt* 59: 177-178
30. Heinz, T.C. (1993): Röntgenologische Reihenuntersuchung an den Zehen und Sprunggelenken Holsteiner Fohlen. Diss. vet. med., Tierärztliche Hochschule Hannover
31. Hertsch, B.; Höppner, S.; Leonardt, K.M.; Merz, A. (1997): Röntgenologische Befunde warmblütiger deutscher Auktionspferde. *Pferdeheilkunde* 13, 2 (März/April), 97-109
32. Hertsch, B. (1992): Die Korrelation des röntgenologischen Befundes bei der Lahmheits- und Kaufuntersuchung. *Der praktische Tierarzt* 73, S. 823-830
33. Just, E.M.; Patan, B.; Licka, T.F. (2007): Dorsolateral approach for arthrocentesis of the centrodistal joint in horses. *AJVR*, Vol. 68, No. 9
34. Kahler, G. (2001): Ergebnisse einer röntgenologischen Reihenuntersuchung von Zehen und Sprunggelenken zweijähriger Hannoveraner und Trakehner Hengste. Diss. vet. med., Freie Universität Berlin
35. Kirchner, R. (1996): Röntgenologische Reihenuntersuchung an den Zehen und Sprunggelenken Holsteiner Zweijähriger (eine Verlaufsstudie). Diss. vet. med., Freie Universität Berlin
36. Lamas, L.P.; Edmonds, J.; Hodge, W.; Zamora-Vera, L.; Burford, J.; Coomer, R.; Munroe, G. (2012): Use of ethanol in the treatment of distal tarsal joint osteoarthritis: 24 cases. *EVJ* Vol. 44, 4, 399–403
37. Laverty, S.; Stover, S.M.; Bélanger, D.; O'Brien, T.R.; Pool, R.R.; Pascoe, J.R.; Taylor, K.; Harrington, T. (1991): Radiographic, high detail radiographic, microangiographic and histological findings of the distal portion of the tarsus in weanling, young and adult horses. *EVJ* 23 (6), 413-421
38. Leonardt, K.M. (1996): Ergebnisse der röntgenologischen Reihenuntersuchung der Zehen- und Sprunggelenke warmblütiger deutscher Auktionspferde der Zuchtverbände Hannover und Oldenburg. Diss. vet. med., Freie Universität Berlin
39. Merz, A. (1993): Röntgenologische Reihenuntersuchung an den Zehen und Sprunggelenken warmblütiger deutscher Auktionspferde der Zuchtverbände

- Bayern, Hessen, Holstein, Westfalen und Züchter der Trakehner Warmblutpferde.
Diss. vet. med., Tierärztliche Hochschule Hannover
40. Moskowitz, R.W.; Goldberg, V.M. (1987): Studies of osteophyte pathogenesis in experimentally induced osteoarthritis. *J Rheumatol*, 14, 311-20
41. Muir, P.; Peterson, A.L.; Sample, S.J.; Scollay, M.C.; Markel, M.D.; Kalscheur, V.L. (2008): Exercise-induced metacarpophalangeal joint adaption in the Thoroughbred racehorse. *J.Anat.* 213, 706-717
42. Münzer, B.; Hartung, K. (1977): Röntgenologische Diagnose der Arthropathia deformans. *Tierärztliche Praxis* 5, 513-520
43. Münzer, B.; Fries, S.; Hartung, K. (1984): Röntgenuntersuchung der Sprunggelenke gesunder Fohlen. *Tierärztliche Praxis* 12, 211-216
44. Murray, R.C.; Branch, M.V.; Dyson, S.J.; Parkin, T.D.H.; Goodship, A.E. (2007): How does exercise intensity and type affect equine distal tarsal subchondral bone thickness? *J Appl Physiol* 102: 2194-2200
45. Murray, R.C.; Blunden, T.S.; Branch, M.V.; Tranquille, C.A.; Dyson, S.J.; Parkin, D.H.; Goodship, A.E. (2009): Evaluation of age-related changes in the structure of the equine tarsometatarsal osteochondral unit . *AJVR*, Vol 70, No. 1
46. Nickel, R.; Schummer, A.; Seiferle, E. (2004): Lehrbuch der Anatomie der Haustiere, Band I, Bewegungsapparat. 8. Auflage, Stuttgart: Parey
47. Nyffenegger, J.L.A. (1956): Ein neues Spezialeisen zur Behandlung der Spatlahmheit. *Schweiz. Arch. Tierheilkd.* 98. S. 505 - 515
48. O'Brien, T.R. (1974): Radiographic interpretation of the equine tarsus. *Proc. Am. Ass. equine Pract.*, 289-300
49. Oliver, L.J.; Baird, D.K.; Baird, A.N.; Moore, G.E. (2008): Prevalence and distribution of radiographically evident lesions on repository films in the hock and stifle joints of yearling Thoroughbred horses in New Zealand. *New Zealand Veterinary Journal*, 56:5, 202-209
50. Platt, D. (1997): Review of current methods available for the treatment of bone spavin. *Equine vet. Educ.* 9(5), 258-264
51. Resnick, D.; Niwayama, G. (1983): Enthesis and enthesopathy: anatomical, pathological and radiological correlation. *Radiology*, 146, 1-9
52. Ross, M.W.; Dyson, S.J. (2003): *Diagnosis and Management of Lameness in the Horse*. Missouri, USA: Saunders: Elsevier Science
53. Roethlisberger, R.; Ueltschi, G. (1989): Ein Beitrag zur radiologischen Untersuchung am krankhaft veränderten Sprunggelenk des Pferdes. *Pferdeheilkunde* 5, 4 (Juli), 181-185

54. Rubio-Martinez, L.M.; Cruz, A.M.; Gordon, K.; Hurtig, M.B. (2008): Structural characterization of subchondral bone in the distal aspect of third metacarpal bones from Thoroughbred racehorses via micro-computed tomography. *AJVR*, Vol. 69, No. 11
55. Schebitz, H.; Wilkens, H. (2008): *Atlas der Röntgenanatomie des Pferdes*. 4.Auflage, Stuttgart: Parey
56. Schubert, A. (2010): *Randexostosen im proximalen Bereich des Os metatarsale III des Pferdes – eine röntgenologische und klinische Studie*. Diss. vet. med., Freie Universität Berlin
57. Shelley, J.; Dyson, S. (1984): Interpreting radiographs 5: Radiology of the equine hock. *EVJ* 16 (6), 488-495
58. Stadler, P. (2005): Röntgenbefundung bei Ankaufsuntersuchungen – Anspruch und Wirklichkeit. *Pferdespiegel* 1/2005, 51-53
59. Stanger, P.; Lauk, H.D.; von Plocki, K.A.; Jaenich, H.U.; Keller, H. (1994): Zur Behandlung der Späterkrankung durch die Arthrodesse der distalen Tarsalgelenke – Langzeitergebnisse. *Pferdeheilkunde* 10, 2 (März/April), 75-79
60. Stashak, T.S. (2007): *Adam's Lahmheit bei Pferden*. 4. Auflage, Alsfeld: Schaper
61. Thomsen, K. (1995): *Röntgenologische Reihenuntersuchung an den Zehen und Sprunggelenken Holsteiner Jährlinge*. Diss. vet. med., Freie Universität Berlin
62. Ueltschi, G. (1993): Zur Röntgendiagnostik von degenerativen Gelenkerkrankungen beim Pferd. *Wien. Tierärztl. Mschr* 80, 81-87
63. Ueltschi, G. (2002): Zur Röntgendiagnostik des Sprunggelenks. *Pferdeheilkunde* 18, 3 (Mai/Juni), 253-256
64. Updike, S.J. (1984): Functional anatomy of the equine tarsocrural collateral ligaments. *Am J Vet Res*, 45 (5), 867–874
65. Van Weeren, P.R.; Brama, P.A.J. (2001): Physiology and pathology of the equine joint. *Pferdeheilkunde* 17, 4 (Juli/August), 307-318
66. Watrous, B.J.; Hultgren, B.D.; Wagner, P.C. (1991): Osteochondrosis and juvenile spavin in equids. *Am J Vet Res*, Vol. 52, No. 4, 607-612
67. Wolker, R.R.E.; Wilson, D.G.; Allen, A.L.; Carmalt, J.L. (2011): Evaluation of Ethyl Alcohol for Use in a Minimally Invasive Technique for Equine Proximal Interphalangeal Joint Arthrodesis. *Veterinary Surgery* 40, 291-29

8 Anhang

Anlage 1: Beurteilungsschema Seite 1

Nr.	ID	Intervall:	Befunder: VB				
				<u>Initial</u>		<u>Kontroll</u>	o nicht vorhanden
				<u>Links</u> O obB	<u>Rechts</u> O obB	<u>Links</u> O obB	<u>Rechts</u> O obB
• Gesamtbeurteilung							
• Verschmälertes Gelenkspalt							
		o DIT		(1) (2) (3)	(1) (2) (3)	(stat) (progr) (degr)	(stat) (progr) (degr)
		o TMT		(1) (2) (3)	(1) (2) (3)	(stat) (progr) (degr)	(stat) (progr) (degr)
• Ausziehung Mt3							
		o Größe		(1) (2) (3)	(1) (2) (3)	(stat) (progr) (degr)	(stat) (progr) (degr)
		o Dichte		(1) (2) (3)	(1) (2) (3)	(stat) (progr) (degr)	(stat) (progr) (degr)
		o Kontur		O glatt O rau	O glatt O rau	(stat) (progr) (degr)	(stat) (progr) (degr)
• Osteophytenbildung dorsal/dorsolat/dorsomed							
		• <u>Os TC</u>	o zum DIT	o Größe	(1) (2) (3)	(1) (2) (3)	(stat) (progr) (degr)
				o Dichte	(1) (2) (3)	(1) (2) (3)	(stat) (progr) (degr)
				o Kontur	O glatt O rau	O glatt O rau	(stat) (progr) (degr)
			o mittig	o Größe	(1) (2) (3)	(1) (2) (3)	(stat) (progr) (degr)
				o Dichte	(1) (2) (3)	(1) (2) (3)	(stat) (progr) (degr)
				o Kontur	O glatt O rau	O glatt O rau	(stat) (progr) (degr)
		• <u>Os T3</u>	o zum DIT	o Größe	(1) (2) (3)	(1) (2) (3)	(stat) (progr) (degr)
				o Dichte	(1) (2) (3)	(1) (2) (3)	(stat) (progr) (degr)
				o Kontur	O glatt O rau	O glatt O rau	(stat) (progr) (degr)
			o zum TMT	o Größe	(1) (2) (3)	(1) (2) (3)	(stat) (progr) (degr)
				o Dichte	(1) (2) (3)	(1) (2) (3)	(stat) (progr) (degr)
				o Kontur	O glatt O rau	O glatt O rau	(stat) (progr) (degr)
			o mittig	o Größe	(1) (2) (3)	(1) (2) (3)	(stat) (progr) (degr)
				o Dichte	(1) (2) (3)	(1) (2) (3)	(stat) (progr) (degr)
				o Kontur	O glatt O rau	O glatt O rau	(stat) (progr) (degr)
• Sklerose							
		• <u>Os TC</u>		(1) (2) (3)	(1) (2) (3)	(stat) (progr) (degr)	(stat) (progr) (degr)
		• <u>Os T3</u>		(1) (2) (3)	(1) (2) (3)	(stat) (progr) (degr)	(stat) (progr) (degr)
		• <u>Os T2/4</u>		(1) (2) (3)	(1) (2) (3)	(stat) (progr) (degr)	(stat) (progr) (degr)
• Deformation							
		• <u>Os TC</u>		O Ja O Nein	O Ja O Nein	(stat) (progr) (degr)	(stat) (progr) (degr)
		• <u>Os T3</u>		O Ja O Nein	O Ja O Nein	(stat) (progr) (degr)	(stat) (progr) (degr)

Anlage 2: Beurteilungsschema Seite 2

Nr.	ID	Intervall:	Befunder: VB	Initial		Kontroll	
				Links	Rechts	Links	Rechts
• Areal verminderter Röntgendichte • dorsal im Os TC zum DIT							
			o Grösse	(1) (2) (3)	(1) (2) (3)	(stat) (progr) (degr)	(stat) (progr) (degr)
			o Dichte	(1) (2) (3)	(1) (2) (3)	(stat) (progr) (degr)	(stat) (progr) (degr)
• zentral im Os TC zum DIT							
			o Grösse	(1) (2) (3)	(1) (2) (3)	(stat) (progr) (degr)	(stat) (progr) (degr)
			o Dichte	(1) (2) (3)	(1) (2) (3)	(stat) (progr) (degr)	(stat) (progr) (degr)
• dorsal im Os T3							
		o zum DIT	o Grösse	(1) (2) (3)	(1) (2) (3)	(stat) (progr) (degr)	(stat) (progr) (degr)
			o Dichte	(1) (2) (3)	(1) (2) (3)	(stat) (progr) (degr)	(stat) (progr) (degr)
		o zum TMT	o Grösse	(1) (2) (3)	(1) (2) (3)	(stat) (progr) (degr)	(stat) (progr) (degr)
			o Dichte	(1) (2) (3)	(1) (2) (3)	(stat) (progr) (degr)	(stat) (progr) (degr)
• zentral am Os T3							
		o zum DIT	o Grösse	(1) (2) (3)	(1) (2) (3)	(stat) (progr) (degr)	(stat) (progr) (degr)
			o Dichte	(1) (2) (3)	(1) (2) (3)	(stat) (progr) (degr)	(stat) (progr) (degr)
		o zum TMT	o Grösse	(1) (2) (3)	(1) (2) (3)	(stat) (progr) (degr)	(stat) (progr) (degr)
			o Dichte	(1) (2) (3)	(1) (2) (3)	(stat) (progr) (degr)	(stat) (progr) (degr)
• zentral am Os T2/4							
			o Grösse	(1) (2) (3)	(1) (2) (3)	(stat) (progr) (degr)	(stat) (progr) (degr)
			o Dichte	(1) (2) (3)	(1) (2) (3)	(stat) (progr) (degr)	(stat) (progr) (degr)
• Sonstige Befunde (Schrägaufnahmen)							
• OCD im Talocruralgelenk				O Ja O Nein Wo:	O Ja O Nein Wo:	O Ja O Nein Wo:	O Ja O Nein Wo:
• Weitere Befunde							
		o 0°- Aufnahme		O Ja O Nein Welche:	O Ja O Nein Welche:	O Ja O Nein Welche:	O Ja O Nein Welche:
		o 90°-Aufnahme		O Ja O Nein Welche:	O Ja O Nein Welche:	O Ja O Nein Welche:	O Ja O Nein Welche:
• Gesamtscore (nach Branch)				(0) (1) (2) (3)	(0) (1) (2) (3)	(0) (1) (2) (3)	(0) (1) (2) (3)

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich herzlichst bei all denjenigen bedanken, die mich auf vielfältige Weise bei dieser Arbeit unterstützt haben.

Mein besonderer Dank gilt:

- Herrn Prof. Dr. Anton Fürst für die Überlassung dieses interessanten Themas und das entgegengebrachte Vertrauen, diese Arbeit extern zu betreuen.
- Herrn Dr. Jan Kümmerle für die sehr angenehme Zusammenarbeit während der gesamten Zeit, für seine fachliche und immer zügige Betreuung dieser Arbeit, sowie für seine Geduld und Unterstützung.
- Frau Dr. Karolin Kühn für die Beteiligung und fachliche Unterstützung an dieser Arbeit.
- Herrn Dr. Victor Baltus für die Bereitstellung des radiologischen Befundmaterials der Tierärztlichen Klinik Domäne Karthaus und das Aufbringen seiner kostbaren Zeit und Motivation bei der Beurteilung der Röntgenbilder.
- Frau Dr. Jutta Klewitz für ihre Unterstützung, sowie ihre Zeit und Sorgfalt beim Korrekturlesen.
- Nicht zuletzt möchte ich ganz besonders meiner Familie und meinem Freund Ralf für die fortwährende Geduld, ihr Verständnis und die zum Teil nächtliche Unterstützung danken.